

European Scientific Journal, *ESJ*

April 2021

European Scientific Institute, ESI

The content is peer reviewed

ESJ Natural/Life/Medical Sciences

April 2021 edition vol. 17, No. 14

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

ISSN: 1857-7431 (Online)

ISSN: 1857-7881 (Print)

About the Journal

The “European Scientific Journal”, ESJ is a peer-reviewed and open access journal, which publishes research articles and literature reviews in English, French or Spanish. This monthly issued publication of the European Scientific Institute, ESI embraces a wide range of academic disciplines. Submissions in the area of social sciences, humanities, life sciences, medical and natural sciences are welcome.

Founded in 2010, on European soil, ESJ strives to become a venue for academic attainments from all around the globe. On its way to scientifically sound publications, it connects reviewers and authors from different countries and academic titles, providing knowledge transfer and sharing of best practices. In the past 10 years over 28.000 researchers have published their papers with ESJ.

ESJ supports the researchers in overcoming contemporary barriers. Our effort is to provide decency through a realistic amount of publication charges; Fairness by cutting the timeframe for reviewer selection and first decision; Agility through permanent communication with the authors and reviewers; professionalism through a constant promotion of academic ethics and international impact through support of open science and interdisciplinary research.

Sincerely,

Jovan Shopovski, PhD

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

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 Lorinzi,
University of Cagliari, Italy

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

Bianca Gioia Marino,
University of Naples Federico II, Italy

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 Olavegogeoascoechea,
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 Zeland

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

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

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

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 Saliaj,
University of Vlora, Albania

Maria Garbelli,
Milano Bicocca University, Italy

Josephus van der Maesen,
Wageningen University, Netherlands

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

Francisco Gonzalez Garcia,
University of Granada, Spain

Mahgoub El-Tigani Mahmoud,
Tennessee State University, USA

Hilal Yildirim 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

Roberto Di Maria,
University of Palermo, Italy

Delia Magherescu,
State University of Moldova, Moldova

Sayeeduzzafar 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 Elgezzeery,
Suez University, Egypt

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

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

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

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

Alla Manga,
University Cheikh Anta Diop, Senegal

Lalla Aicha Lrhorfi,
University Ibn Tofail, Morocco

Ruth Adunola Aderanti,
Babcock University, Nigeria

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

Aka Koffi Sosthene,
Research Center for Oceanology, Ivory Coast

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

Toure Krouele,
Ecole Normale Superieure d'Abidjan, Ivory Coast

Sophia Barinova,
University of Haifa, Israel

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

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

Aderewa Amontcha,
Universite d'Abomey-Calavi, Benin

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

Rene Mesias Villacres Borja,
Universidad Estatal De Bolivar, Ecuador

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

Qamil Dika,
Sports University of Tirana, Albania

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

Hariti Hakim,
University Alger 3, Algeria

Emel Ceyhun Sabir,
University of Cukurova, Turkey

Salomon Barrezueta Unda,
Universidad Tecnica de Machala, Ecuador

Belkis Zervent Unal,
Cukurova University, Turkey

Elena Krupa,
Kazakh Agency of Applied Ecology, Kazakhstan

Carlos Angel Mendez Peon,
Universidad de Sonora, Mexico

Antonio Solis Lima,
Apizaco Institute Technological, Mexico

Roxana Matefi,
Transilvania University of Brasov, Romania

Bouharati Saddek,
UFAS Setif1 University, Algeria

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

Serigne Modou Sarr,
Universite Alioune DIOP de Bambey, Senegal

Nina Stankous,
National University, USA

Lovergine Saverio,
Tor Vergata University of Rome, Italy

Fekadu Yehualashet Maru,
Jigjiga University, Ethiopia

Karima Laamiri,
University of Moulay Ismail, Morocco

Elena Hunt,
Laurentian University, Canada

Sharad K. Soni,
Jawaharlal Nehru University, India

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

Florence Kagendo Muindi,
University of Nairobi, Kenya

Maximo Rossi Malan,
Universidad de la Republica, Uruguay

Haggag Mohamed Haggag,
South Valley University, Egypt

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

Eveligh Cecilia Prado-Carpio,
Technical University of Machala, Ecuador

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

Fernando Paulo Oliveira Magalhaes,
Polytechnic Institute of Leiria, Portugal

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

Stefan Cristian Gherghina,
Bucharest University of Economic Studies, Romania

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

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

Aristide 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

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.,
Felix Houphouet-Boigny University of Abidjan, Cote d'Ivoire

Bertin Desire Soh Fostsing,
University of Dschang, Cameroon

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

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

Ouedraogo Francois de Charles,
Joseph Ki-Zerbo University, 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,
Jean Lorougnon Guede University, Cote d'Ivoire

Sufi Amin,
International Islamic University, Islamabad Pakistan

Sanja Milosevic Govedarovic,
University of Belgrade, Serbia

Elham Mohammadi,
Curtin University, Australia

Andrianarizaka Marc Tiana,
University of Antananarivo, Madagascar

Ngakan Ketut Acwin Dwijendra,
Udayana University, Indonesia

Yue Cao,
Southeast University, China

Nishant Agrawal,
Nirma University, India

Audrey Tolouian,
University of Texas, USA

Alaa Abdulhady Jaber,
University of Technology, Iraq

Asli Cazorla Milla,
American University in the Emirates, UAE

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

Tabou Talahatou,
University of Abomey-Calavi, Benin

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

Hamidreza Izadi,
Chabahar Maritime University, Iran

Idriss M'bouka Milandou Auguste Williams,
Marien Ngouabi University, Congo

Elsa Kristo,
University of Tirana, Albania

Hanaa Ouda Khadri Ahmed Ouda,
Ain Shams University, Egypt

Rachid Ismaili,
Hassan 1 University, Morocco

Bashar H. Malkawi,
University of Sharjah, UAE

Tamar Ghutidze,
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia

Emine Koca,
Ankara Haci Bayram Veli University, Turkey

David Perez Jorge,
University of La Laguna, Spain

Ousmane Tanor Dieng,
Cheikh Anta Diop University, Senegal

Irma Guga,
European University of Tirana, Albania

Ozgur Muhittin Esen,
Istanbul University, Turkey

Saif Ur Rehman,
PMAS-Arid Agriculture University, Pakistan

Jesus Gerardo Martínez del Castillo,
University of Almeria, Spain

Mohammed Mouradi,
Sultan Moulay Slimane University, Morocco

Marco Tulio Ceron Lopez,
Institute of University Studies, Mexico

Mangambu Mokoso Jean De Dieu,
University of Bukavu, Congo

Hadi Sutopo,
Kalbis Institute, Indonesia

Priyantha W. Mudalige,
University of Kelaniya, Sri Lanka

Emmanouil N. Choustoulakis,
University of Peloponnese, Greece

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

Pinnawala Sangasumana,
University of Sri Jayewardenepura, Sri Lanka

Abdelali Kaaouachi,
Mohammed I University, Morocco

Dimitrios Belias,
University of Thessaly, Greece

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

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

Amaya Epelde Larranaga,
University of Granada, Spain

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

Youssef Babakhouya,
Inje University, South Korea

Saly Sambou,
Cheikh Anta Diop University, Senegal

Daniela Di Berardino,
University of Chieti-Pescara, Italy

Dorjana Klosi,
University of Vlore "Ismail Qemali, Albania

Abu Hamja,
Aalborg University, Denmark

Stankovska Gordana,
University of Tetova, Republic of Macedonia

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

Maria Leticia Bautista Diaz,
National Autonomous University, Mexico

Bruno Augusto Sampaio Fuga,
North Parana University, Brazil

Anouar Alami,
Sidi Mohammed Ben Abdellah University, Morocco

Vincenzo Riso,
University of Ferrara, Italy

Janhavi Nagwekar,
St. Michael's Hospital, Canada

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

Xi Chen,
University of Kentucky, USA

Nawaz Ahmad,
Institute of Business Management, Pakistan

Varij Nayan,
Central Institute for Research on Buffaloes, India

Fateh Mebarek-Oudina,
Skikda University, Algeria

Nadia Mansour,
University of Sousse, Tunisia

Jestoni Dulva Maniago,
Majmaah University, Saudi Arabia

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

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

Enriko Ceko,
Wisdom University, Albania

Laura Fischer,
National Autonomous University of Mexico, Mexico

Mauro Berumen,
University of East Cancun, Mexico

Jonida Lesha,
University of Tirana, Albania

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

Hanif Qureshi,
University of Cincinnati, USA

Maria Carlota,
Autonomous University of Queretaro, Mexico

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

Bhupendra Karki,
University of Louisville, Louisville, USA

Evens Emmanuel,
University of Quisqueya, Haiti

Iresha Madhavi Lakshman,
University of Colombo, Sri Lanka

Francesco Scotognella,
Polytechnic University of Milan, Italy

Zayde Ayvaz,
Canakkale Onsekiz Mart University, Turkey

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

Rawaa Qasha,
University of Mosul, Iraq

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

Hani Nasser Abdelhamid,
Assiut University, Egypt

Pablo Ezequiel Flores-Kanter,
University Siglo 21, Argentina

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

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

Ilenia Farina,
University of Naples "Parthenope, Italy

Luisa Zanolla,
Azienda Ospedaliera Universitaria Verona, Italy

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

Adriana Burlea-Schiopoiu,
University of Craiova, Romania

Alejandro Palafox-Munoz,
University of Quintana Roo, Mexico

Fernando Espinoza Lopez,
Hofstra University, USA

Ammar B. Altemimi,
University of Basrah, Iraq

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

Davide Calandra,
University of Turin, Italy

Nicola Varrone,
University of Campania Luigi Vanvitelli, Italy

Luis Angel Medina Juarez,
University of Sonora, Mexico

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

Sameer Algburi,
Al-Kitab University, Iraq

Braione Pietro,
University of Milano-Bicocca, Italy

Mounia Bendari,
Mohammed VI University, Morocco

Stamatios Papadakis,
University of Crete, Greece

Marcelo Simon Mendes,
University of Sorocaba, Brazil

Aleksey Khlopytskyi,
Ukrainian State University of Chemical Technology, Ukraine

Sung-Kun Kim,
Northeastern State University, USA

Nemanja Berber,
University of Novi Sad, Serbia

Krejsa Martin,
Technical University of Ostrava, Czech Republic

Magdalena Vaverkova,
Mendel University in Brno, Czech Republic

Jeewaka Kumara,
University of Peradeniya, Sri Lanka

Antonella Giacosa,
University of Torino, Italy

Paola Clara Leotta,
University of Catania, Italy

Francesco G. Patania,
University of Catania, Italy

Table of Contents:

Prevalencia de lateralidad y lenguaje receptivo en niños de 5 y 6 años del municipio de Corregidora Querétaro, México.....1

Nadia Edith García Medina

Yatziri Airaly Iñiguez Gasca

Alejandra Ugalde Hurtado

Karina González Zúñiga

Ángel Salvador Xequé Martínez

Potential Role of Lactoferrin and Heparin in COVID-19: A Review.....14

Bianka Hoxha

Arvjola Hodaj

Comparison of Laser Fluorescence and Digital Radiograph with International Caries Detection and Assessment System in Primary Teeth (In-vivo study).....24

Rana Kassab

Nayer Abo Elsaad

Shiern Badr

Tuberculose pulmonaire en milieu carcéral au Niger : aspects épidémiologiques, diagnostiques, thérapeutiques et évolutifs.....41

Kadri Sani

Harouna Amadou Mahaman Laouali

Ada Mahaman Laminou

Garba Abdoul Azize

Daou Mamane

Alberto Piubello

Adehossic Eric

Etude Chimique et Micro-Cartographique De Roches Carbonatées : Cas Des Calcaires Lumachelliques De l'Oligocène Inferieur Du Bassin Emergé de Côte d'Ivoire.....52

Assalé Fori Yao Paul

Gbangbot Jean Michel Kouadio

Kessé Touvalé Marcel

Kplohi Yaba Hervé

Féa Isaac

Rhabdomyosarcome de l'iliopsoas : Localisation Exceptionnelle Chez une Femme de 65 Ans.....64

Koffi-Tessio V.E.S.

Oniankitan S.

Houzou P.

Kakpovi K.

Fianyo E.

Tagbor K.

Oniankitan O.

Mijiyawa M.

Les contraintes socio-environnementales du manque d'eau potable au sein des villages Avikam du cordon littoral de Grand-Lahou (Côte d'Ivoire).....70

Dadi Reine Prisca

Comparative Analysis of Agricultural Incomes from Organic and Conventional Farming Systems in North Benin: Case of the Municipality of Tanguieta.....85

Paul S. Hountondji

Silvère D. Tovignan

Ricardo L. Hountondji

Haroll Kokoye

Christian S. Adjiba

Régina D. Bonouzin

Stanislas A. Koussahoue

Fanyiou Jonas

Trends in Poisoning and Bites among Patients Referred to the Limbe Regional Hospital, South-West Cameroon.....104

Daniel Brice Nkontcheu Kenko

Anna Ewang Mekone

Jacob Mugri Ekaineck

Sociocultural Determinants of Alcohol Abuse by Youths in Luanda Sub-county, Vihiga County, Kenya.....121

Clifford M. Matara

Maureen A. Winga

Une hyperéosinophilie révélatrice d'un Syndrome de CHURG et STRAUSS.....140

Djaha Kouassi Jean-Mermeze

Gbané Mariam

Hounsounou Mariano

Michozounou Muriel

Coulibaly Abidou Kawélé

Diomandé Mohamed

Ouattara Baly

Eti Edmond

Histopathology and Anticolon Cancer Effects of Turmeric Ethanolic Extracts in Wistar Rats.....147

Simeon-Lancelot Dumomangi Dorcas

Okolie Nnaemeka Jireh Cosmas

Mac-Fiberesima Gborieneomie

Felix M. Onyije

Pesticides Ecotoxicological Risk Assessment for Surface Waters in the Cotton Growing Area Around the Bala's Hippopotamus Pond Biosphere Using PIRI Method.....167

Bazoma Bayili

Richard Ouedraogo

Hassane Sidibe

Sylvain Ilboudo

Georges Anicet Ouedraogo

Trends in the Collaboration Pattern of Moroccan Research in Earth Sciences from 1984 to 2019: A Case Study.....183

Fida Medina

Caracterisation des Agrosystemes de la Commune de Gogounou au Nord-Est du Benin par Teledetection a Moyenne Resolution Spatiale.....203

André Kindjinou

Hervé Koumassi

Cyr Gervais Etene

Ibouraïma Yabi

Ismâïla Toko Imorou

Représentations sociales de la pollution de l'air intérieur et pratiques sociales des malades d'asthme de la commune de Yopougon (Côte d'Ivoire).....217

Kouadio Ahou Rosine

Tra Fulbert

Ouattara Soualiho

Prise en Charge de la Grossesse Extra-Utérine en Situation d'Urgence : Expérience d'un Hôpital Confessionnel en Zone Rurale au Togo.....237

Biréga Koutora

Kodjo Abossisso Sakiye

Déladem Yaovi Guinhouya

Mibirim Agbogawo

Kokou Kouliwa Kanassoua

Effet de la fertilisation organique des étangs à partir des fientes de poulets sur la survie et la croissance des alevins de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758).....246

Amon Yao Nicolas

Coulibaly André

Kouakou N’Gouan Akpolët

Yao Kouakou

Quantification de l'érosion hydrique, par la méthode RUSLE, au niveau du bassin versant de l'Oued Mikkès en amont du barrage Sidi Chahed (région de Meknès, Maroc).....256

Kaouthar Mazouzi

Abdellah El Hmaidi

Rachid Bouabid

El Mâti El Faleh

Evaluation de la Vulnérabilité à l'Inondation des Communes à Proximité des Grandes Villes Ouest Africaines : Cas de la Commune de Bingerville (Est d'Abidjan – Côte d'Ivoire).....277

Anowa Evrade Larissa Eba

Gabriel Etienne Ake

D'avila Françoise Gouadou

Jeanpatrice Jourda

L'aménagement Écologique au Service de l'environnement : Cas de la Ville de Gabes et de M'Torrech (Sud Est Tunisien).....300

Saied Saoussen

Lahmar Karim



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

Prevalencia de lateralidad y lenguaje receptivo en niños de 5 y 6 años del municipio de Corregidora Querétaro, México

Dra. Nadia Edith García Medina

Docente investigadora de la Facultad de Enfermería,
Universidad Autónoma de Querétaro, México

Yatziri Airaly Iñiguez Gasca

Alejandra Ugalde Hurtado

Estudiante de la Licenciatura en Fisioterapia, Facultad de Enfermería,
Universidad Autónoma de Querétaro, México

L. Ft. Karina González Zúñiga

Docente investigadora de la Facultad de Enfermería,
Universidad Autónoma de Querétaro, México

MC. Ángel Salvador Xequé Martínez

Docente investigador Facultad de Enfermería,
Universidad Autónoma de Querétaro, México

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n14p1](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p1)

Submitted: 30 January 2021

Accepted: 08 March 2021

Published: 30 April 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

García Medina N.E., Iñiguez Gasca Y.A., Ugalde Hurtado A., González Zúñiga K. & Xequé Martínez A.S. (2021). *Prevalencia de lateralidad y lenguaje receptivo en niños de 5 y 6 años del municipio de Corregidora Querétaro, México*. European Scientific Journal, ESJ, 17(14), 1. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p1>

Resumen

Introducción: La lateralidad es la preferencia del uso de una mitad del cuerpo sobre la otra, y toma en cuenta la dominancia de mano, ojo, oído y pie. Una lateralidad definida refiere la correcta comunicación entre los hemisferios cerebrales; la falta de consolidación de afirmación de la misma, se relaciona con trastornos en el aprendizaje del lenguaje y la lectoescritura. El test de Harris identifica la lateralidad en los niños y permite crear estrategias didácticas para lograr una afirmación en el niño, mientras que el test de Peabody da a conocer el nivel de lenguaje receptivo a partir de los 2 años. **Objetivo:** Determinar la prevalencia de lateralidad y lenguaje receptivo en niños de 5 y 6 años. **Método:** Estudio cuantitativo, transversal, descriptivo y

observacional, realizado en niños de preescolar y primaria del municipio de Corregidora, Querétaro, México. A 229 estudiantes se les aplicó el Test de Harris y Peabody. **Resultados:** Mediante estadística descriptiva, se obtuvo que el 52% son preescolares, y el 48% de primero de primaria, siendo 53.3% niños y 46.7% niñas. Donde el 95.6% tiene lateralidad mal afirmada, mientras un 4.4% fueron diestros, además no hubo estudiantes con lateralidad cruzada o zurdos. El nivel de lenguaje receptivo en preescolares fue de alto a muy alto en un 56.1% de la población, mientras que los niveles de bajo a muy bajo solo fue el 43.8%, mientras que en primaria el lenguaje receptivo mostró que el 66.6% de los estudiantes tienen niveles de alto a muy alto y solo un 32.4% de bajo a moderadamente bajo. **Conclusión:** Se muestra una falta de consolidación de la lateralidad debido a que un alto porcentaje de estudiantes manifiesta lateralidad mal afirmada, mientras que el lenguaje receptivo se adquiere adecuadamente con respecto a la edad.

Palabras claves: Lateralidad, lenguaje receptivo, trastorno de aprendizaje

Prevalence of Laterality and Receptive Language in Children Aged 5 and 6 from the Municipality of Corregidora Querétaro, México

Dra. Nadia Edith García Medina

Docente investigadora de la Facultad de Enfermería,
Universidad Autónoma de Querétaro, México

Yatziri Airaly Iñiguez Gasca

Alejandra Ugalde Hurtado

Estudiante de la Licenciatura en Fisioterapia, Facultad de Enfermería,
Universidad Autónoma de Querétaro, México

L. Ft. Karina González Zúñiga

Docente investigadora de la Facultad de Enfermería,
Universidad Autónoma de Querétaro, México

MC. Ángel Salvador Xequé Martínez

Docente investigador Facultad de Enfermería,
Universidad Autónoma de Querétaro, México

Abstract

Introduction: Laterality is the preference of using one half of the body over the other, and takes into account the dominance of hand, eye, ear and foot. A defined laterality refers to the correct communication between the brain hemispheres; the lack of consolidation of affirmation of itself, is related

to disorders in language learning and literacy skills. The Harris test identifies laterality in children and allows them to create teaching strategies to achieve an affirmation in the child, while the Peabody test shows the level of receptive language from the age of 2. **Objective:** To determine the prevalence of laterality and receptive language in 5 and 6 year old children. **Method:** Quantitative, transversal, descriptive and observational study, carried out with kindergarten and elementary children of the municipality of Corregidora, Querétaro, México. The Harris and Peabody tests were applied to 229 students. **Results:** Through descriptive statistics, 52% were preschoolers, and 48% were from first grade, 53.3% are boys and 46.7% girls. The 95.6% has poorly stated laterality, and 4.4% were right-handed, besides there weren't students with cross-laterality or left-handedness. The level of receptive language in preschoolers was from high to higher in 56.1% of the population, while low to lower levels were only 43.8%, while in elementary the receptive language showed that 66.6% of students have levels from high to higher and only 32.4% from low to moderately low level. **Conclusion:** A lack of laterality consolidation is shown because a high percentage of students demonstrate poorly asserted laterality, while receptive language is properly acquired within the age.

Keywords: Laterality, receptive language, learning disorder

Introduction

La lateralidad es el predominio funcional de un lado del cuerpo sobre el otro, se manifiesta en la utilización de mano, pie, ojo y oído. La lateralidad corporal permite al niño relacionarse con su entorno y la afirmación de lateralidad tiene estrecha relación con la adquisición de habilidades cognitivas motoras, de lenguaje, matemáticas y creatividad. Dicha habilidad es una capacidad sensoriomotora y “sirve como un telar sobre el cual las fibras del lenguaje, la función ejecutiva, espacial y numérica, todas se entrelazan para crear el tejido de la cognición” (González C. L. R, 2018), indispensables para el desenvolvimiento académico y el éxito en este.

En México el logro educativo representa un enorme reto para aspirar al cumplimiento del derecho a la educación de calidad con equidad (INEE, 2009). Por ello se considera trascendental el incorporar la evaluación e identificación de la lateralidad como parte del diagnóstico en las dificultades en el lenguaje comprensivo, ya que de lo contrario puede impactar cuando el alumno está en escolaridad superior y aumentar el abandono académico (Van Dijk, 2012). Existe una clara relación entre la lateralidad mal afirmada y la presencia de niveles bajos en inteligencia lingüística, viso- espacial y kinestésico corporal (Casado, 2015). El abandono escolar es un problema de carácter público relacionado con el desenvolvimiento académico por lo que

afectará la entrada del personal laboral, accesibilidad a educación superior, pobreza y exclusión social (García, 2016).

Las dificultades de lateralización pueden obstaculizar el aprendizaje de la lectura y la escritura, ya que previo a ello se requiere de la adquisición del lenguaje receptivo y expresivo; esto es una condicionante porque las letras se diferencian por su orientación lateral por ejemplo d y la b (Cuetos et al, 2015; Rodríguez et al, 2017; Fiuza & Fernández, 2014). Es por ello, que es importante que los niños vayan teniendo un adecuado lenguaje receptivo, ya que este permite el desarrollo de las funciones necesarias para que pueda leer y escribir, cuando esto no sucede de acuerdo a la edad cronológica una de las causas es por un déficit en los procesos de la lateralidad.

El estado de Querétaro carece de este tipo de estudios por lo que el presente trabajo busca conocer cómo la lateralidad impacta en la adquisición del vocabulario comprensivo que existe a nivel preescolar en una escuela particular y en una pública perteneciente a la Unidad de Servicios para la Educación Básica en el Estado de Querétaro (USEBEQ).

Se ha descrito que en algunos países donde se ha presentado un porcentaje alto de deserción escolar no alcanzan un nivel académico medio superior o superior; en gran parte esto se vuelve más preocupante cuando un alumno se encuentra por concluir la educación básica, cuando debería de tenerse en cuenta que los primeros seis años de vida son esenciales para construir las bases del desarrollo y del aprendizaje. Por ello, se considera trascendental la participación del fisioterapeuta en la educación desde los niveles básicos, debido a que puede identificar la consolidación o alteración de lateralidad en el niño desde edades tempranas y junto los psicomotricista capacitados, implementar planes educativos donde a través del juego recreativo favorezcan la afirmación de la lateralidad en edades entre los 5 y 6 años (Mocha Bonilla, 2018; Mayolas, 2010). La lateralidad se distingue en tres fases, y depende del desarrollo del niño y su edad. La fase de indiferenciación, que ocurre desde el nacimiento hasta los 2 años, que se caracteriza porque, los niños realizan movimientos bilaterales en los que buscan principalmente descubrir su cuerpo y las partes que lo componen (manos, pies, cabeza, entre otros). Luego entre los dos y los cinco años, se presenta la fase de alternancia en la que los niños utilizan las dos manos y pies explorando con una y con otra mano o pie, el entorno y el ambiente que los rodea; es decir, que en esta fase los niños utilizan los dos pies y las dos manos, para la realización de sus actividades exploratorias en forma independiente. Para que luego, entre los 5 y los 6 años en la tercera fase, conocida como automatización, los niños logren tener una noción real de izquierda o derecha, logrando utilizar un lado dominante de su cuerpo. (Duarte, & Pérez, 2020). La Prueba de Harris o de lateralidad (Harris Test of Lateral Dominance, 1957). Es una herramienta para determinar el tipo de predominio lateral de cada

segmento corporal, conformado por 26 ítems divididos en cuatro apartados (10 actividades para mano y pie; 3 para ojo y oído) para valorar cómo se ha desarrollado este aspecto de la psicomotricidad.

Se considera importante conjuntar una valoración de lateralidad por medio de la prueba de Harris (1998) y el lenguaje receptivo por medio de la prueba de Peabody (Dunn, 2010). Ambas pruebas deberían aplicarse en edades preescolares por parte de fisioterapeutas, docentes, pediatras y todo un equipo multidisciplinar de la salud del menor para dar un seguimiento adecuado, de acuerdo al desarrollo psicomotor, y así con ello detectar las dificultades motrices o de lenguaje en los primeros seis años de vida, y prevenir la afectación del aprendizaje en procesos como lo es la lectoescritura, trastornos de la coordinación, lateralidad cruzada, déficit vestibular, etc.

Material y métodos

Tipo de estudio cuantitativo, transversal, descriptivo y observacional, realizado en niños de preescolar y primaria del municipio de Corregidora, Querétaro, México. Se aplicó estadística descriptiva para resumir los datos, y las variables cualitativas se analizaron mediante distribución de frecuencias absolutas y relativas expresadas en porcentaje y frecuencia. La muestra estudiada se obtuvo de forma probabilística aplicando la fórmula de estimación de una proporción para poblaciones finitas; sustituyendo los valores en la fórmula correspondiente se obtuvo una muestra de 146 estudiantes para aplicar el instrumento, sin embargo la población final analizada fue de 229 estudiantes.

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 pqN}{(N - 1)E^2 + Z_{\alpha/2}^2 pq}$$

Donde:

Población (N=236)

Error 5% (E= 0.05)

Éxito 50% (p=0.5)

Fracaso 50% (q=0.5)

Nivel de confianza de 95% → ($Z_{\alpha/2}^2 = 1.96$)

Participantes

Participaron un total de 229 niños con un desarrollo psicomotor normativo y escolarizados de escuelas pertenecientes al Municipio de Corregidora del Estado de Querétaro. Tras la autorización del consentimiento informado de tutores y el asentimiento informado del menor, se aplicaron dos pruebas; Peabody III para conocer el nivel de lenguaje receptivo por medio de vocabulario en imágenes, y la prueba de Harris para identificar la dominancia

lateral de cuatro segmentos: extremidad superior, extremidad inferior, ojo y oído. Para la selección de la muestra se tuvo en cuenta que los niños fueran saludables, que no presentaran antecedentes de alteraciones neurológicas, déficit intelectual, sensorial, motor o psiquiátrico que pueda comprometer su desempeño en la tarea, a través de la contestación de una historia clínica, con edades de entre los 5 y 6 años. Los estudiantes de 5 años conforman el grupo de preescolar y los de 6 años el grupo de primaria. Dos fisioterapeutas y dos psicomotricistas certificadas y capacitadas, aplicaron la prueba de Peabody por imágenes y la prueba de Harris sin interferir con las actividades propias de las escuelas. Se aplicaron los dos test de forma individual en un tiempo aproximado de 25 minutos.

Evaluación de la lateralidad

Se aplicó la prueba de Harris (Test de Albert J. Harris), el material a utilizar es de fácil adquisición y manipulación, las tareas a realizar son sencillas, y no son totalmente desconocidas para el niño, las pruebas son de fácil observación, y la tarea se realiza de forma espontánea. Por tal razón es una herramienta para determinar el tipo de predominio lateral de cada segmento corporal, conformado por 26 ítems divididos en cuatro apartados (10 actividades para mano y pie; 3 para ojo y oído) para valorar cómo se ha desarrollado la psicomotricidad. El material requerido es una hoja de registro por niño, una pelota chica y una mediana, lápiz, sacapuntas, pañuelos desechables, tijeras, hojas recicladas, cepillo de dientes, peine, plastilina, cuchillo (plástico), visor (cartón de 15 x 25 cm con un orificio de 0.5 cm de diámetro, telescopio y caleidoscopio; los resultados que arroja son los tipos de dominancia. La evaluación consta de dos fases; Fase 1, evaluar cada segmento corporal por separado y bajo la siguiente codificación según la prueba.

Preferencia de mano y pie (D: si realiza las 10 pruebas con la mano o pie derecho; I: si realiza las 10 pruebas con la mano o pie izquierdo; d: 7, 8 o 9 pruebas hechas con la mano o pie derecho; i: 7,8 o 9 pruebas hechas con la mano o pie izquierdo y x: todos los demás casos). *Preferencia de ojo y oído* (D: si utiliza el derecho en las tres pruebas; I: si utiliza el izquierdo en las tres pruebas, d: si utiliza el lado derecho en 2 de las 3, i: Si utiliza el lado izquierdo en 2 de las 3 pruebas y x: todos los demás casos). Fase 2, interpretación conjunta de la preferencia de los segmentos corporales bajo la siguiente interpretación: *Diestro*: Todas las actividades las realiza con hemicuerpo derecho (DDDD); *Zurdo*: Todas las actividades las realiza con hemicuerpo izquierdo (I I I I); *Lateralidad cruzada*: Cuando la mano dominante y el ojo dominante se encuentran en lados opuestos (DIDI) y *Lateralidad mal afirmada*: No muestra preferencia consistente por una mano o superioridad de la misma (ddDd y todas las demás variantes). El tiempo de aplicación es de 10 a 15 minutos aproximadamente.

Evaluación del lenguaje comprensivo

La prueba de vocabulario en imágenes de Peabody III, determina el nivel de lenguaje receptivo, y se utiliza para la evaluación antes de la alfabetización (adquisición del vocabulario como indicador del desarrollo lingüístico), permite realizar una detección rápida de las dificultades de la aptitud verbal y no es necesario que el sujeto evaluado tenga conocimiento de la lectura; está compuesta por 7 conjuntos de 84 elementos, en donde al niño se le muestra una lámina con cuatro imágenes y tiene que señalar aquella a la que corresponda la palabra pronunciada por el evaluador. Se considera una medida estandarizada del lenguaje receptivo, porque es una de las escasas pruebas que existen en español para medir aspectos lingüísticos a edades tempranas. Aunque solo mide la comprensión por vía auditiva, su extendido uso le confiere un valor referencial destacable; es considerada como una de las pruebas más validadas para conocer el nivel de habilidades lingüísticas. El material utilizado fueron dos sillas, una mesa, una hoja de evaluación por niño y cuadernillo de imágenes; los resultados obtenidos se clasifican en dos tipos: puntuaciones desviación y puntuaciones desarrollo. Las puntuaciones del coeficiente intelectual (CI) (media=100; dt=15), los percentiles y los eneatis (media=5; Dt=2) estos informan sobre lo desviado que está el resultado del niño, si es normalizado o no para la edad. La puntuación de desarrollo es la edad equivalente, la cual indica la edad en años y meses el rendimiento del individuo de acuerdo a su edad cronológica. El tiempo de aplicación es de aproximadamente 12 minutos. Este test permite clasificar el nivel de lenguaje receptivo en: muy bajo, moderadamente bajo, bajo, alto, moderadamente alto y muy alto, tomando en cuenta las puntuaciones del CI, eneatis y percentiles tal y como se muestra en la figura 1.

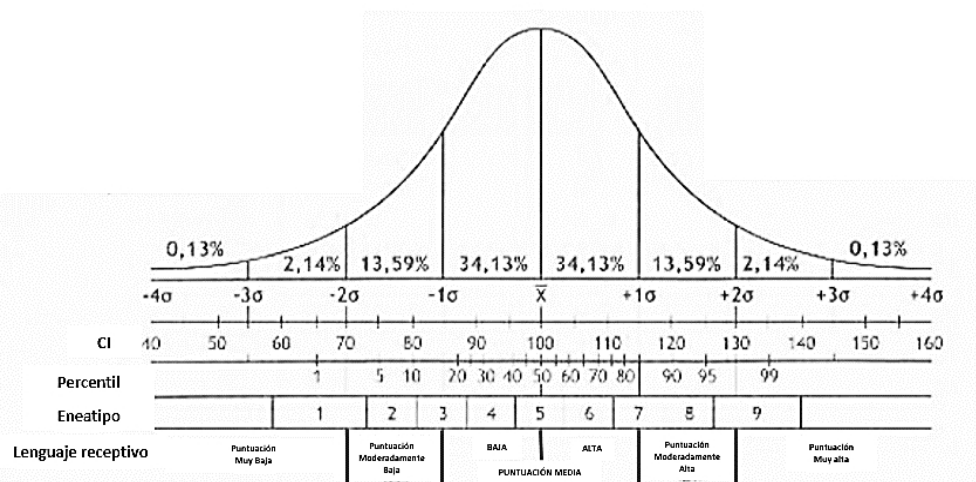


Figura 1. Curva normal de la prueba de Peabody III; según el coeficiente intelectual (CI), el percentil y eneatispo obtenido por cada sujeto evaluado, se traza una línea recta en vertical que corte con las otras escalas, para conocer el nivel de lenguaje receptivo (Dunn, 2010).

Resultados

La población en estudio estuvo integrada por un total de 229 estudiantes, de los cuales el 52% (n=119) correspondía a estudiantes de preescolar, mientras que un 48% (n=110) a estudiantes de primaria. El 53.3% niños y 46.7% niñas. Con respecto a la lateralidad 95.6% (n=219) estaba mal afirmada, mientras que un 4.4% (n=10) eran diestros, ningún estudiante mostró lateralidad cruzada o ser zurdos.

Del 52% de la población de preescolares, la edad de los estudiantes oscila entre los 5 y 5 años 10 meses, siendo el 53.8% niños (64/119) y el 46.2% niñas (55/119). No se obtuvieron estudiantes zurdos o con lateralidad cruzada, pero el 95.8 % (114/119) tenía lateralidad mal afirmada mientras que sólo el 4.2% (5/119) ya está definida como diestros. En este grupo de preescolares aquellos estudiantes que tuvieron lateralidad mal afirmada además mostraron tener un nivel de lenguaje receptivo según Peabody de alto a muy alto un 56.1% (64/114) de los estudiantes, mientras que el 43.8% (50/114) tuvieron niveles de lenguaje receptivo de bajo a muy bajo. Con respecto a los que tuvieron lateralidad definida como diestra, el 80% de los estudiantes (4/5) tienen un lenguaje alto, y el 20% (1/5) únicamente bajo.

Respecto al grupo de estudiantes de primero de primaria 48%, la edad de los estudiantes oscila entre los 6 y 7 años 1 mes, siendo el 52.7% niños (58/110) y el 47.3% niñas (52/110). No se obtuvieron estudiantes zurdos o con lateralidad cruzada, pero el 95.5 % (105/110) tenía lateralidad mal afirmada mientras que solo el 4.5% (5/110) ya está definida como diestra. En este grupo de primero de primaria, los estudiantes que tuvieron lateralidad mal afirmada

además mostraron tener un nivel de lenguaje receptivo según Peabody de alto a muy alto un 66.6% (70/105) de los estudiantes, mientras que el 32.4 % (35/105) tuvieron niveles de lenguaje receptivo de bajo a muy bajo. Con respecto a los que tuvieron lateralidad definida como diestra, el 60% de los estudiantes (3/5) tienen un lenguaje alto, y el 40% (2/5) de bajo a moderadamente bajo. Resultados mostrados en la tabla 1.

NIVEL DE LENGUAJE RECEPTIVO	TIPO DE LATERALIDAD							
	PREESCOLAR				PRIMARIA			
	Diestro		Mal afirmada		Diestro		Mal afirmada	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Muy Alto	0	0	1	0.8	0	0	0	0
Moderadamente Alto	2	40	13	11.4	0	0	16	15.2
Alto	2	40	50	43.9	3	60	54	51.4
Bajo	1	20	38	33.3	1	20	28	26.7
Moderadamente Bajo	0	0	8	7	1	20	6	5.7
Muy Bajo	0	0	4	3.5	0	0	1	0.9
Total	5	100	114	100	5	100	105	100

Tabla 1. Tipo de lateralidad y lenguaje obtenido en estudiantes de preescolar y primero de primaria de escuelas privadas y públicas

Discusión

Según los resultados obtenidos tanto en niños de preescolar como de primero de primaria, hay un alto porcentaje que tienen lateralidad mal afirmada, lo que pudiera provocar bajo desempeño escolar o de aprendizaje, algunos autores han propuesto que entre más afianzada y fuerte sea la lateralidad (diestra o zurda), mejor será la capacidad cognitiva (Barrero et al., 2016), además el lenguaje y la comprensión del mismo favorece los mecanismos para el aprendizaje. En este sentido, los estudiantes de preescolar tienen un nivel de alto a muy alto de lenguaje receptivo, pero con una lateralidad mal afirmada, esto indica que el lenguaje se está adquiriendo y desarrollando en tiempo, y que su lateralidad puede alcanzar la consolidación para evitar aspectos fonológicos, semánticos, sintácticos y pragmáticos, y un lenguaje sin dificultades de comprensión o articulación (Morales et al., 2013; Moreno, 2013). Por otra parte se debe reforzar la psicomotricidad dando mayor importancia a trabajar lateralidad visual y auditiva, para propiciar que haya un alcance del buen neurodesarrollo, tal y como menciona Cabañas (2008) “...los problemas psicomotrices, pueden ser ocasionados por situaciones de inmadurez, disfunción de los patrones motrices, sensoriales, o de desarrollo que el cerebro utiliza a través de redes neuronales para asociar e integrar la información y seleccionarla”. Se conoce que los patrones motrices como es el caso de la lateralidad, han relacionado a la lateralidad mal afirmada o cruzada con problemas de aprendizaje en los primeros años de escolaridad (Mayolas et al., 2010; Castejón, 2013), y las dificultades de

lateralización pueden obstaculizar el aprendizaje de la lectura y la escritura, ya que previo a ello se requiere de la adquisición del lenguaje receptivo y expresivo; esto es una condicionante porque las letras se diferencian por su orientación lateral por ejemplo “d” y la “b” (Cuetos et al, 2015; Rodríguez et al, 2017; Fiuza & Fernández, 2014).

En los estudiantes de primero de primaria, el 95.5 % aún no consolidan su lateralidad, y sus edades (6 a 7.1 años) corresponden a tener una lateralidad definida. Algunos investigadores como Vela et al. (2016) y Korzeniowski (2010), concuerdan que a partir de los 4 años los niños deben ya mostrar la preferencia de ojo, oído, mano y pie, siendo estos elementos la base para el aprendizaje. Entre los 5 y 6 años, es un momento de la vida crítico y clave, puesto que es la etapa en donde se preparan los niños para el ingreso a nivel escolar; es importante resaltar que la detección de las probables limitaciones funcionales, que les impiden desarrollar las competencias básicas para ingresar a la escuela primaria, puedan ser atendidas oportunamente antes de alcanzar el nivel medio y superior de su escolaridad.

Con respecto al género, en ambos grupos, se observó un mayor número de estudiantes con género masculino y lateralidad mal afirmada, este resultado concuerda con lo ya reportado por Ileana y colaboradores (2013), mientras en ambos grupos se observa un nivel de lenguaje receptivo adecuado. Está descrito por algunos autores que en los primeros 6 años de vida es fundamental el desarrollo del lenguaje puesto que se deben consolidar aspectos fonológicos, semánticos, sintácticos y pragmáticos que le permitirán al niño desarrollar un lenguaje sin dificultades de comprensión o articulación (Morales et al., 2013; Moreno, 2013). Autores como Lévano (2018) mencionan que el vocabulario comprensivo aumenta en función de la edad, siendo un proceso continuo en niños a partir de los 2 años, por ello nuestros resultados muestran que desde los estudiantes de preescolar a partir de los 5 años y hasta los 7 años un mes de primaria van de alto a muy alto en el lenguaje receptivo según Peabody, pero no es el caso con la consolidación de la lateralidad.

Con ello, la lateralidad, es un tema importante para maestros de preescolar y primaria dado que parece clara la existencia de una relación entre la lateralización hemisférica y la lateralidad corporal, siendo motivo de estudio a la hora de determinar las causas que producen trastornos en el aprendizaje (Pi & Masi, 2015), esto quiere decir que cada uno de los segmentos corporales funciona como referencia para desarrollar la lateralidad y a su vez complementa la maduración del lenguaje y lectoescritura, de lo contrario puede existir un impacto negativo tanto en sus relaciones sociales como en el logro de sus habilidades cognitivas como la dislexia, disgrafía y disortografía (Luque, 2018); el dominio de la lateralidad contribuye a integrar aspectos de

direccionalidad y equilibrio, esto le ayudará en un futuro a ubicarse en una hoja en blanco o en un texto.

La lateralidad está directamente implicada en el rendimiento escolar, principalmente en los procesos relacionados con el lenguaje, la lectoescritura o las matemáticas (Timoneda et al., 2013) y por tal razón, es necesario que los fisioterapeutas o psicomotricistas que laboral con instituciones de nivel escolar básico sigan evaluando e implementando actividades recreativas en los preescolares, y reforzar sus clase de psicomotricidad y /o educación física con la finalidad de que consoliden su lateralidad, y evitar alteraciones de aprendizaje en los primeros niveles de primaria.

Conclusión

Según los resultados aquí mostrados el lenguaje receptivo se adquiere adecuadamente con respecto a la edad, mientras que en la lateralidad se muestra una falta de consolidación de la lateralidad debido a que un alto porcentaje de estudiantes manifiesta lateralidad mal afirmada, y esto puede repercutir en aprendizaje de lectoescritura y aprendizaje en primaria. Es necesario seguir trabajando con los estudiantes de preescolar y fomentar el movimiento en para reforzar la comunicación interhemisférica y por tanto favorecer que consoliden su lateralidad para mejorar su aprendizaje y desarrollo cognitivo.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo al Colegio Viktor Frankl en especial a las licenciadas Gloria Paula Castillo Portela quien es Subdirectora de psicopedagogía y Seltone Castañeda Yamin Subdirectora Académica, al Preescolar “El Movi” en particular a la Directora Académica la Lic. Gemma América González Estrada y a la Lic. Julia Andrea Martínez Meneses. Todas ellas autoridades importantes en la logística de intervención con padres y con los niños.

A los alumnos de prácticas pediátricas Chama Avilés Daniel Sebastián, Loeza Narváez Wendy Alejandra, Lozada Paquini David, Martínez González Abigail, Bárcenas Cervantes Areli, y García Hernández Rafael, por su valioso apoyo en la logística del estudio.

Fuentes de financiamiento

La presente investigación no ha recibido ninguna beca específica de agencias de los sectores público, comercial o sin ánimo de lucro.

Conflicto de interés

Ninguno

References:

1. Barrero, M., Vergara-Moragues, E. & Martín-Lobo, P (2016). Avances neuropsicológicos para el aprendizaje matemático en educación infantil: la importancia de la lateralidad y los patrones básicos del movimiento. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, [S.l.], v. 4, n. 2, p. 22-31, oct. 2020. ISSN 2254-8351.
2. Cabañas, F. (2008). Lesión cerebral en el niño prematuro. Asociación Española de Pediatría (2002). *Protocolos diagnósticos y terapéuticos de neonatología en pediatría*.
3. Casado, Y. (2015). Inteligencias múltiples, creatividad y lateralidad, nuevos retos en metodologías docentes enfocadas a la innovación educativa. *REIDOCREA*, 4(34), 343- 358.
4. Castejón, J. L. & Navas, L. (2013) *Dificultades y trastornos del aprendizaje y del desarrollo en infantil y primaria*. Editorial Club Universitario.
5. Cuetos, F., Suárez-Coalla, P., Molina, M. I., & Llenderrozas, M. C. (2015). Test para la detección temprana de las dificultades en el aprendizaje de la lectura y escritura. *Pediatría Atención Primaria*, 17(66), e99-e107. <https://dx.doi.org/10.4321/S1139-76322015000300002>.
6. Duarte, F. J. & Pérez, N. B. (2020). Identificar la lateralidad en niños de 2 a 5 años del instituto de recreación y deportes de tunja (IRDET) aplicando el test de Harris. *Revista digital: Actividad Física y Deporte*. 6(2):118-144. <https://doi.org/10.31910/rdafd.v6.n2.2020.1572>.
7. Dunn, L. M. & Arribas, D. (2010). Peabody. Test de vocabulario en imágenes.
8. Ferradas, C. (2015). Evaluación de la lateralidad mediante el test de harris en niños de 3 y 6 años. *Valladolit*.
9. Fiuza, M. & Fernández, P. (2014). *Dificultades de aprendizaje y trastornos del desarrollo*. Manual didáctico. Ediciones Pirámide. Madrid.
10. García, B. (2016). Indicadores de abandono escolar temprano: un marco para la reflexión sobre estrategias de mejora. *Perfiles educativos*, 38(154), 191-213.
11. Gonzalez, C. L. R., van Rootselaarn, N.A. & Gibb, R. L. (2018). Sensorimotor lateralization scaffolds cognitive specialization. *The Brain in Action Laboratory, Department of Kinesiology, University of Lethbridge*. 238:405-433. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2018.06.011>
12. Harris, A. J. (1957). Test de dominancia lateral.
13. Harris, A. J. (1998). Test de dominancia lateral.
14. Ileana, D. C., Álvarez, V., Gisela, I. D., Abadal, V., Elizabeth, D., Sánchez, G.,... Pérez, L. (2013). Factores biológicos asociados al

- retardo primario del lenguaje en niños menores de cinco años
Biological factors associated to delayed primary language development in the under five years-old children, 85(4), 466–475.
15. INEE. (2009). El Derecho a la educación en México Informe 2009. 2020. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.
 16. Korzeniowski, C. (2010). Desarrollo evolutivo del funcionamiento ejecutivo y su relación con el aprendizaje escolar. *Revista de Psicología. UCA.* 2011. Vol. 7, N° 13. ISSN 1669-2438.
 17. Lévano Camones, K. R. (2018). Vocabulario comprensivo en niños de 2 a 6 años del centro de terapias. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Federico Villareal.
 18. Luque C.M. (2018). Prevención de dificultades lectoras y escritoras en Educación Infantil. *Revista Internacional de Apoyo a la Inclusión, Logopedia, Sociedad y Multiculturalidad* 4(3), 56-65.
 19. Mayolas, M.C., Villarroja, A. & Reverter, J. (2010). Relación entre la lateralidad y los aprendizajes escolares. *Apunts Educación Física y deportes*, 121, 3° trimestre, 32-44.
 20. Mocha, J. A., Coba M., & Edison. (2018). Efectos de un programa de juegos recreativos en la definición de la lateralidad. *Espacios*, 39, 26.
 21. Morales, P. T., Elizabeth, D., & Ramos, G. (2013). Factores de riesgo perinatal, signos neurológicos blandos y lenguaje en edad preescolar, 12(3), 128–133.
 22. Moreno-Flagge N. (2013). Trastornos del lenguaje. Diagnóstico y tratamiento. *Rev. Neurol*; 57 (Supl 1): S85-94.
 23. Pi, C. M., & Masi, R. (2015). Influencia de la edad y el género en los fenotipos y coeficientes de lateralidad en niños de 6 a 15 años, 11–18.
 24. Rodríguez, T., Gómez, I., Prieto-Ayuso, A., & Gil-Madrona, P. (2017). La educación psicomotriz en su contribución al desarrollo del lenguaje en niños que presentan necesidades específicas de apoyo educativo. *Revista de Investigación en Logopedia*, 7(1), 89-106. ISSN: 2174-5218.
 25. Timoneda, C. Pérez, F., Mayoral, S. & Serra, M. (2013). Diagnóstico de las dificultades de lectura y escritura y de la dislexia basado en la Teoría PASS de la inteligencia utilizando la batería DN-CAS. Origen cognitivo de la dislexia., Vol. 41, N° 1, págs. 5-16. ISSN 0210-2773.
 26. Van Dijk, S. (2012). La política pública para abatir el abandono escolar y las voces de los niños, sus tutores y sus maestros. *Revista mexicana de investigación educativa*, 17(52), 115-139.
 27. Vela, M., Sánchez, A., & Torres, J. (2016). Las capacidades perceptivo motoras en el preescolar. Una alternativa para su caracterización y desarrollo. Editorial REDIPE. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia.

Potential Role of Lactoferrin and Heparin in COVID-19: A Review

Bianka Hoxha

Arvjola Hodaj

Catholic University Our Lady of Good Counsel, Department for Chemical-Toxicological and Pharmacological Evaluation of Drugs, Rruga Dritan Hoxha, Tirana, Albania

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n14p14](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p14)

Submitted: 01 March 2021

Accepted: 21 April 2021

Published: 30 April 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Hoxha B. & Hodaj A. (2021). *Potential Role of Lactoferrin and Heparin in COVID-19: A Review*. European Scientific Journal, ESJ, 17(14), 14.

<https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p14>

Abstract

Aim: The aim of the research is to evidence the potential role of lactoferrin (LF) and heparin in coronavirus disease 2019 (COVID-19). Moreover, we discuss and underline the mechanisms involved in this possible association. *Methods:* PubMed and Scopus databases were used to conduct the literature search. *Findings and Conclusion:* Studies have widely proven the principal activity of LF, in the inflammatory process, as an anti-inflammatory and immunomodulatory glycoprotein. Evidence shows that LF has important antibacterial and antiviral effects against human and animal pathogens. Heparin and LF could reduce viral entry by preventing the attachment of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) as a result of competitive binding to heparan sulfate proteoglycans (HSPGs). Clinical studies are necessary to specify LF and heparin mechanisms of action and the therapeutical dose in patient affected with COVID-19.

Keywords: Lactoferrin, heparin, coronaviruses, heparan sulfate proteoglycans

Introduction

Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) was identified in December 19, while a cluster of patients with acute respiratory illness of unknown origin was reported in Wuhan, China (Huang et al., 2020). The Coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak, originated by the novel betacoronavirus with a high capacity of rapidly human to human transmission, has caused so far more than 2,000,000 deaths worldwide (Chan et al., 2020; WHO, 2020). While the number of COVID-19 cases are rising and the tabloid of the clinical signs is starting to be clearer, we still don't have a specific therapy nether a standardized analytic procedure for blood specific disease biomarkers.

The infection common clinical manifestations consist in high fever, chills, cough, shortness of breath, myalgia and rarely diarrhea (Guan et al., 2020). In the elderly a major risk of developing acute respiratory distress syndrome (ARDS), followed by a hyperactive immune reaction, is related to a higher mortality as a result of a severe manifestation of the infection (Chen et al., 2020). Studies demonstrated that the host cell entry of SARS-CoV-2 depends on the SARS-CoV receptor angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) and transmembrane protease serine 2 (TMPRSS2) suggesting potential antiviral targets for therapy (Hoffmann et al., 2020). The prevalent expression of ACE2 protein in the lung epithelia may help to understand the pathogenesis of the virus infecting primary the pneumocytes and quickly progressing to ARDS in certain cases (Hamming et al., 2004) but doesn't explain the multiorgan failure or the "cytokine storm". Activated neutrophil accumulation, especially in pneumocyte, may be associated with an aggravation of lungs damage as a result of fibrin deposition thought releases of procoagulant species (Kapoor et al., 2018). A subsequent alveolar fibrosis may explain the development and progression of respiratory complication and further cardiovascular failure. Moreover, lower limbs and deep vein thrombosis were observed mediate compression ultrasonography in COVID-19 patients suggesting also the presence of pulmonary embolies as a result of an impaired endothelial function (Panigada et al., 2020). Studies showed also that patients presenting cardiopathies were more susceptible to this coagulation dysregulations (Shi et al., 2020).

Carefully observing the further laboratory blood analysis in different studies (Chen et al., 2020; Wu et al., 2020; Chen et al., 2020; Wang et al., 2020), we can detect the main anomalies such as a decreased lymphocyte count, higher neutrophil count, elevated C-reactive protein (CRP) and elevated lactate dehydrogenase in COVID-19 patients. Especially a pronounced elevated D-dimer serum level (≥ 0.5 mg/L) was more noticeable among severe cases (Guan et al., 2020). Indeed, the most important predictor of the severity

of the disease are the increased expression of interleukin 2 (IL-2) and interleukin 6 (IL-6) in these patients serum (Chen et al., 2020).

This pro-inflammation biomarkers pool, through time, lead to a systemic inflammation compromising multiple cell types in several organs. Hepatocyte damage, sensitively indicated by alanine aminotransferase (ALT) and aspartate aminotransferase (AST) elevated serum levels (Pelsers et al., 2002), presents important abnormalities in the biochemical liver profile in COVID-19 severe cases (Wu et al., 2020). Pronounced increased levels of CRP, principally synthesized in these cells, promote excess thrombin response and fibrin formation (Idell et al., 1991). Further, an excessive release of essential pro-coagulation proteins such as factor VIII (FVIII) and von Willebrand factor was observed (Panigada et al., 2020). Coagulation factor FVIII levels increase with age (Luxembourg et al., 2009) and result as the strongest risk factor for chronic thromboembolic and pulmonary arterial hypertension inflammation (Shovlin et al., 2007; Kyrle et al., 2000). Additionally, IL-6 in the liver contributes to an up-regulation of the hepcidin synthesis as a principal iron homeostasis regulator (Ganz, 2011). High CRP level is also a marker related to increased serum hepcidin concentrations (Iqbal et al., 2015). Consequently, iron export from macrophage, duodenal enterocyte and hepatocytes decreases because of ferroportin internalization, reducing therefore serum iron, resulting in a diminished free iron level available and in an intracellular iron overload which can promote viral replication and spread (Ganz, 2011). Low blood iron level has been linked to a high FVIII concentration (Begbie et al., 2000). Moreover, we cannot exclude the possibility that an iron deficiency might elevate the risk of thrombosis as a result of a further serum elevation of factor FVIII. Clearly these biochemical alterations indicate a deep impact in the hemostasis of hematopoietic system, iron and cell life span.

The dysfunction of these complex fundamental mechanisms, persisting in time, can profoundly damage the balance of the coagulation pathway in the microvascular bed of the organs leading to increased blood viscosity and prothrombotic endothelial events. These could influence the COVID-19 condition resulting in an additional multi-organ oxygen deprivation as a result of an impaired homeostatic mechanisms of the organism to solve it, especially in elderly patients with multiple underlying pathologies. Therefore, this impairment could explain the increased mortality and morbidity as a result of respiratory, heart, and liver failure among patients with comorbidities.

Lactoferrin (LF) is a versatile glycoprotein, with an important role on iron homeostasis (Levy and Viljoen, 1995), which secretion occurs in various mucosal fluids presented in higher concentration in breast milk (Trend et al., 2016). LF has a significant activity in the innate immune system and enhance

human and animal immunity against bacterial and viral infections (Teraguchi et al., 2004; Redwan et al., 2014). The ability to inhibit the entry and replication into the host cell involve multi-mechanisms. LF improve host's antiinflammatory response in particular by directly binding to the pathogen particles, blocking their cellular receptors or stabilizing immune factors (Elass-Rochard et al., 1998; Baveye et al., 1999). LF prevents the entry of both DNA and RNA viruses (Ng et al., 2015; Wakabayashi et al., 2014) which commonly utilize heparan sulfate proteoglycans (HSPGs) on cell membrane host to accelerate their internalization (Andersen et al., 2004; Belting, 2003). Recently, was suggested that SARS-CoV-2 could require a second interaction through binding to HSPGs to facilitate cell entry (Clausen et al., 2020; Zhang et al., 2020). Therefore, LF could achieve an important role against COVID-19 infection blocking SARS-CoV-2 internalization by competitively binding to HSPGs (Lang et al., 2011) (Figure 1). Also, the antiinflammation potential of LF restrict tissue damage by directly restoring iron homeostasis and immunomodulating pro-inflammation molecules during the cytokine "storm" (Legrand, 2016). LF implement an immunomodulation activity controlling the release of proinflammatory cytokines like IL-6 and TNF α . (Valenti et al., 2017). Also, this glycoprotein can increase phagocytosis and directly bind iron to prevent oxidative stress induced by reactive oxygen species (ROS) that forms during excess inflammatory response (Frioni et al., 2014; Kell and Pretorius, 2018). Hence, LF could also implement a preventive role in hypercoagulation events and low thrombocyte levels in COVID-19 infection. Actually, in order to limit the related coagulation dysregulation, a prophylactic antithrombotic therapy with low molecular weight heparins or unfractionated heparin has been utilized as shown in some studies (Tang et al., 2020; Hunt et al., 2020). Due to probable drug interactions, heparin has been proposed over direct oral anticoagulants (Thachil et al., 2020). Additionally, it was observed that glycosaminoglycans such as heparin could explicate an important antiviral role in COVID-19 infection potentially based on the ability to interfere with some receptors used by coronaviruses such as HSPGs (Clausen et al., 2020). Data support that heparin can reduce viral entry as a result of a competitive inhibition of spike-mediated SARS-CoV and CoV-2 entry reducing therefore the virus load (Zhang et al., 2020). Further studies are needed to better characterize the new potential therapeutic mechanism of action, the type and dose of heparin for creating a standardize protocol of prevention.

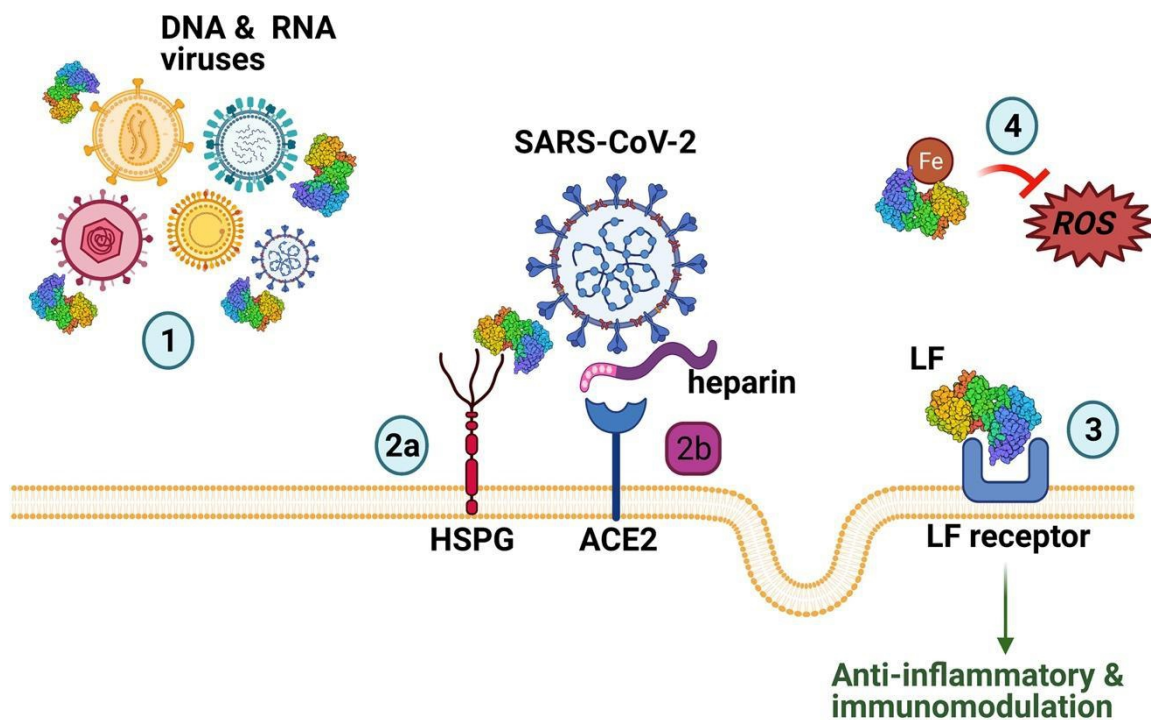


Figure 1. Overview of LF and heparin possible mechanisms involved in COVID-19: 1) LF directly binding to the pathogen, 2a) LF could block SARS-CoV-2 internalization by competitively binding to HSPGs, 2b) probable heparin competitive inhibition of spike-mediated SARS-CoV-2 entry, 3) LF antiinflammation potential and immunomodulation activity to restrict tissue damage, 4) LF directly bind iron to prevent oxidative stress. (Figure created with Biorender)

Consequently, a possible iron homeostasis surveillance with an accurate clinical diagnosis for a probable iron serum deficiency or cells overload condition may be necessary especially in anemic cases, hereditary hemochromatosis, thalassemic patients and viral hepatitis patients (Drakesmith and Prentice, 2008). Regarding the biomarker predictors to quickly diagnose a potential iron deficiency might be the examination of serum hepcidin levels (Theurl et al., 2009; Motta et al., 2020). Instead, elevated presence of serum ferritin in COVID-19 patients might potentially reflect inflammation rather than iron stores, not excluding an iron deficiency (Witte, 1991).

Conclusion

In summary, a new approach for an accurate clinical evaluation of specific biomarkers on time and an adequate therapeutical intervention could represent an important factor to limit the complications and improve the pathogenesis of COVID-19 especially in patients with comorbidities. LF could

represent a safe approach that may be applied to prevent or treat COVID-19. Nevertheless, large clinical trials are needed to ensure the supposed mechanisms of action and to evaluate the safe and effective treatment dose for COVID-19 patients.

References:

1. Andersen JH, Jenssen H, Sandvik K, Gutteberg TJ. Anti-HSV activity of lactoferrin and lactoferricin is dependent on the presence of heparan sulphate at the cell surface. *J Med Virol.* 2004 Oct;74(2):262-71.
2. Baveye S, Ellass E, Mazurier J, Spik G, Legrand D. Lactoferrin: a multifunctional glycoprotein involved in the modulation of the inflammatory process. *Clin Chem Lab Med.* 1999 Mar;37(3):281-6.
3. Begbie M, Notley C, Tinlin S, Sawyer L, Lillicrap D. The Factor VIII acute phase response requires the participation of NFkappaB and C/EBP. *Thromb Haemost.* 2000 Aug;84(2):216-22.
4. Belting M. Heparan sulfate proteoglycan as a plasma membrane carrier. *Trends Biochem Sci.* 2003 Mar;28(3):145-51.
5. Chan JF, Yuan S, Kok KH, To KK, Chu H, Yang J, Xing F, Liu J, Yip CC, Poon RW, Tsoi HW, Lo SK, Chan KH, Poon VK, Chan WM, Ip JD, Cai JP, Cheng VC, Chen H, Hui CK, Yuen KY. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. *Lancet.* 2020 Feb 15;395(10223):514-523.
6. Chen L, Liu HG, Liu W, Liu J, Liu K, Shang J, Deng Y, Wei S. [Analysis of clinical features of 29 patients with 2019 novel coronavirus pneumonia]. *Zhonghua Jie He He Hu Xi Za Zhi.* 2020 Mar 12;43(3):203-208. Chinese.
7. Chen T, Wu D, Chen H, Yan W, Yang D, Chen G, Ma K, Xu D, Yu H, Wang H, Wang T, Guo W, Chen J, Ding C, Zhang X, Huang J, Han M, Li S, Luo X, Zhao J, Ning Q. Clinical characteristics of 113 deceased patients with coronavirus disease 2019: retrospective study. *BMJ.* 2020 Mar 26;368:m1091.
8. Clausen TM, Sandoval DR, Spliid CB, Pihl J, Perrett HR, Painter CD, Narayanan A, Majowicz SA, Kwong EM, McVicar RN, Thacker BE, Glass CA, Yang Z, Torres JL, Golden GJ, Bartels PL, Porell RN, Garretson AF, Laubach L, Feldman J, Yin X, Pu Y, Hauser BM, Caradonna TM, Kellman BP, Martino C, Gordts PLSM, Chanda SK, Schmidt AG, Godula K, Leibel SL, Jose J, Corbett KD, Ward AB, Carlin AF, Esko JD. SARS-CoV-2 Infection Depends on Cellular Heparan Sulfate and ACE2. *Cell.* 2020 Nov 12;183(4):1043-1057.e15.
9. Drakesmith H, Prentice A. Viral infection and iron metabolism. *Nat Rev Microbiol.* 2008 Jul;6(7):541-52.

10. Ellass-Rochard E, Legrand D, Salmon V, Roseanu A, Trif M, Tobias PS, Mazurier J, Spik G. Lactoferrin inhibits the endotoxin interaction with CD14 by competition with the lipopolysaccharide-binding protein. *Infect Immun*. 1998 Feb;66(2):486-91.
11. Frioni A, Conte MP, Cutone A, Longhi C, Musci G, di Patti MC, Natalizi T, Marazzato M, Lepanto MS, Puddu P, Paesano R, Valenti P, Berlutti F. Lactoferrin differently modulates the inflammatory response in epithelial models mimicking human inflammatory and infectious diseases. *Biometals*. 2014 Oct;27(5):843-56.
12. Ganz T. Heparin and iron regulation, 10 years later. *Blood*. 2011 Apr 28;117(17):4425-33.
13. Guan WJ, Ni ZY, Hu Y, Liang WH, Ou CQ, He JX, Liu L, Shan H, Lei CL, Hui DSC, Du B, Li LJ, Zeng G, Yuen KY, Chen RC, Tang CL, Wang T, Chen PY, Xiang J, Li SY, Wang JL, Liang ZJ, Peng YX, Wei L, Liu Y, Hu YH, Peng P, Wang JM, Liu JY, Chen Z, Li G, Zheng ZJ, Qiu SQ, Luo J, Ye CJ, Zhu SY, Zhong NS; China Medical Treatment Expert Group for Covid-19. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. *N Engl J Med*. 2020 Apr 30;382(18):1708-1720.
14. Hamming I, Timens W, Bulthuis ML, Lely AT, Navis G, van Goor H. Tissue distribution of ACE2 protein, the functional receptor for SARS coronavirus. A first step in understanding SARS pathogenesis. *J Pathol*. 2004 Jun;203(2):631-7.
15. Hoffmann M, Kleine-Weber H, Schroeder S, Krüger N, Herrler T, Erichsen S, Schiergens TS, Herrler G, Wu NH, Nitsche A, Müller MA, Drosten C, Pöhlmann S. SARS-CoV-2 cell entry depends on ACE2 and TMPRSS2 and is blocked by a clinically proven protease inhibitor. *Cell*. 2020 Apr 16;181(2):271-280.e8.
16. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, Zhang L, Fan G, Xu J, Gu X, Cheng Z, Yu T, Xia J, Wei Y, Wu W, Xie X, Yin W, Li H, Liu M, Xiao Y, Gao H, Guo L, Xie J, Wang G, Jiang R, Gao Z, Jin Q, Wang J, Cao B. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*. 2020 Feb 15;395(10223):497-506.
17. Hunt B, Retter, A., McClintock, C. Practical guidance for the prevention of thrombosis and management of coagulopathy and disseminated intravascular coagulation of patients infected with COVID-19. *British Society for Haematology*. 2020.
18. Idell S, Koenig KB, Fair DS, Martin TR, McLarty J, Maunder RJ. Serial abnormalities of fibrin turnover in evolving adult respiratory distress syndrome. *Am J Physiol*. 1991;261:L240-8.

19. Iqbal T, Stein J, Sharma N, Kulnigg-Dabsch S, Vel S, Gasche C. Clinical significance of C-reactive protein levels in predicting responsiveness to iron therapy in patients with inflammatory bowel disease and iron deficiency anemia. *Dig Dis Sci.* 2015 May;60(5):1375-81.
20. Kapoor S, Opneja A, Nayak L. The role of neutrophils in thrombosis. *Thromb Res.* 2018;170:87-96.
21. Kell DB, Pretorius E. No effects without causes: the Iron Dysregulation and Dormant Microbes hypothesis for chronic, inflammatory diseases. *Biol Rev Camb Philos Soc.* 2018 Aug;93(3):1518-1557.
22. Kyrle PA, Minar E, Hirschl M, Bialonczyk C, Stain M, Schneider B, Weltermann A, Speiser W, Lechner K, Eichinger S. High plasma levels of factor VIII and the risk of recurrent venous thromboembolism. *N Engl J Med.* 2000 Aug 17;343(7):457-62.
23. Lang J, Yang N, Deng J, Liu K, Yang P, Zhang G, Jiang C. Inhibition of SARS pseudovirus cell entry by lactoferrin binding to heparan sulfate proteoglycans. *PLoS One.* 2011;6(8):e23710.
24. Legrand D. Overview of Lactoferrin as a Natural Immune Modulator. *J Pediatr.* 2016 Jun;173 Suppl:S10-5.
25. Levay PF, Viljoen M. Lactoferrin: a general review. *Haematologica.* 1995 May-Jun;80(3):252-67.
26. Luxembourg B, Schmitt J, Humpich M, Glowatzki M, Seifried E, Lindhoff-Last E. Intrinsic clotting factors in dependency of age, sex, body mass index, and oral contraceptives: definition and risk of elevated clotting factor levels. *Blood Coagul Fibrinolysis.* 2009 Oct;20(7):524-34.
27. Motta I, Migone De Amicis M, Pinto VM, Balocco M, Longo F, Bonetti F, Gianesin B, Graziadei G, Cappellini MD, De Franceschi L, Piga A, Forni GL. SARS-CoV-2 infection in beta thalassemia: Preliminary data from the Italian experience. *Am J Hematol.* 2020 Aug;95(8):E198-E199.
28. Ng TB, Cheung RC, Wong JH, Wang Y, Ip DT, Wan DC, Xia J. Antiviral activities of whey proteins. *Appl Microbiol Biotechnol.* 2015 Sep;99(17):6997-7008.
29. Panigada M, Bottino N, Tagliabue P, Grasselli G, Novembrino C, Chantarangkul V, Pesenti A, Peyvandi F, Tripodi A. Hypercoagulability of COVID-19 patients in intensive care unit: A report of thromboelastography findings and other parameters of hemostasis. *J Thromb Haemost.* 2020 Jul;18(7):1738-1742.
30. Pelsers MM, Moravat A, Alexander GJM, Hermens WT, Trull AK, Glatz JFC. Liver fatty acid-binding protein as a sensitive serum marker

- of acute hepato- cellular damage in liver transplant recipients. *Clin Chem.* 2002; 48:2055–7.
31. Redwan EM, Uversky VN, El-Fakharany EM, Al-Mehdar H. Potential lactoferrin activity against pathogenic viruses. *C R Biol.* 2014 Oct;337(10):581-95.
 32. Shi S, Qin M, Shen B, Cai Y, Liu T, Yang F, Gong W, Liu X, Liang J, Zhao Q, Huang H, Yang B, Huang C. Association of Cardiac Injury With Mortality in Hospitalized Patients With COVID-19 in Wuhan, China. *JAMA Cardiol.* 2020 Jul 1;5(7):802-810.
 33. Shovlin CL, Sulaiman NL, Govani FS, Jackson JE, Begbie ME. Elevated factor VIII in hereditary haemorrhagic telangiectasia (HHT): association with venous thromboembolism. *Thromb Haemost.* 2007 Nov;98(5):1031-9.
 34. Tang N, Bai H, Chen X, Gong J, Li D, Sun Z. Anticoagulant treatment is associated with decreased mortality in severe coronavirus disease 2019 patients with coagulopathy. *J Thromb Haemost.* 2020 May;18(5):1094-1099.
 35. Teraguchi S, Wakabayashi H, Kuwata H, Yamauchi K, Tamura Y. Protection against infections by oral lactoferrin: evaluation in animal models. *Biomaterials.* 2004 Jun;17(3):231-4.
 36. Thachil J, Tang N, Gando S, Falanga A, Levi M, Clark C, Iba T, Cattaneo M. Type and dose of heparin in Covid-19: Reply. *J Thromb Haemost.* 2020 Aug;18(8):2063-2064.
 37. Theurl I, Aigner E, Theurl M, Nairz M, Seifert M, Schroll A, Sonnweber T, Eberwein L, Witcher DR, Murphy AT, Wroblewski VJ, Wurz E, Datz C, Weiss G. Regulation of iron homeostasis in anemia of chronic disease and iron deficiency anemia: diagnostic and therapeutic implications. *Blood.* 2009 May 21;113(21):5277-86.
 38. Trend S, Strunk T, Lloyd ML, Kok CH, Metcalfe J, Geddes DT, Lai CT, Richmond P, Doherty DA, Simmer K, Currie A. Levels of innate immune factors in preterm and term mothers' breast milk during the 1st month postpartum. *Br J Nutr.* 2016 Apr 14;115(7):1178-93.
 39. Valenti P, Frioni A, Rossi A, Ranucci S, De Fino I, Cutone A, Rosa L, Bragonzi A, Berlutti F. Aerosolized bovine lactoferrin reduces neutrophils and pro-inflammatory cytokines in mouse models of *Pseudomonas aeruginosa* lung infections. *Biochem Cell Biol.* 2017 Feb;95(1):41-47.
 40. Wakabayashi H, Oda H, Yamauchi K, Abe F. Lactoferrin for prevention of common viral infections. *J Infect Chemother.* 2014 Nov;20(11):666-71.
 41. Wang D, Hu B, Hu C, Zhu F, Liu X, Zhang J, Wang B, Xiang H, Cheng Z, Xiong Y, Zhao Y, Li Y, Wang X, Peng Z. Clinical Characteristics

- of 138 Hospitalized Patients With 2019 Novel Coronavirus-Infected Pneumonia in Wuhan, China. *JAMA*. 2020 Mar 17;323(11):1061-1069.
42. Witte DL. Can serum ferritin be effectively interpreted in the presence of the acute-phase response? *Clin Chem*. 1991 Apr;37(4):484-5.
 43. World Health Organization [Available from: <https://covid19.who.int/>]
 44. Wu C, Chen X, Cai Y, Xia J, Zhou X, Xu S, Huang H, Zhang L, Zhou X, Du C, Zhang Y, Song J, Wang S, Chao Y, Yang Z, Xu J, Zhou X, Chen D, Xiong W, Xu L, Zhou F, Jiang J, Bai C, Zheng J, Song Y. Risk factors associated with acute respiratory distress syndrome and death in patients with coronavirus disease 2019 pneumonia in Wuhan, China. *JAMA Intern Med*. 2020 Jul 1;180(7):934-943.
 45. Zhang Q, Chen CZ, Swaroop M, Xu M, Wang L, Lee J, Wang AQ, Pradhan M, Hagen N, Chen L, Shen M, Luo Z, Xu X, Xu Y, Huang W, Zheng W, Ye Y. Heparan sulfate assists SARS-CoV-2 in cell entry and can be targeted by approved drugs in vitro. *Cell Discov*. 2020 Nov 4;6(1):80.
 46. Zhang Q, Chen CZ, Swaroop M, Xu M, Wang L, Lee J, Wang AQ, Pradhan M, Hagen N, Chen L, Shen M, Luo Z, Xu X, Xu Y, Huang W, Zheng W, Ye Y. Targeting heparan sulfate proteoglycan-assisted endocytosis as a COVID-19 therapeutic option. *bioRxiv* [Preprint]. 2020 Jul 14:2020.07.14.202549.



Comparison of Laser Fluorescence and Digital Radiograph with International Caries Detection and Assessment System in Primary Teeth (In-vivo study)

Rana Kassab

Specialist in paedodontics, Faculty of Dentistry,
Beirut Arab University, Lebanon

Nayer Abo Elsaad

Professor, Faculty of Dentistry, Beirut Arab University, Beirut, Lebanon

Shiern Badr

Assistant Professor, Faculty of Dentistry,
Beirut Arab University, Beirut, Lebanon

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n14p24](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p24)

Submitted: 10 November 2020

Accepted: 05 March 2021

Published: 30 April 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Kassab R., Elsaad N.A. & Badr S. (2021). *Comparison of Laser Fluorescence and Digital Radiograph with International Caries Detection and Assessment System in Primary Teeth (In-vivo study)*. European Scientific Journal, ESJ, 17(14), 24.

<https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p24>

Abstract

Background: There has been an increased incidence of dental caries in children due to recent changes in lifestyle. More sensitive and reproducible diagnostic tools for precise caries detection in children are needed because of the complex occlusal anatomy. **Aim:** To compare the clinical performance and accuracy of international caries detection and assessment system-II (ICDAS II) versus DIAGNodent pen and digital bitewing radiograph in the detection of occlusal caries in the primary teeth. **Materials and Methods:** Fifty children aged 6-11 years were assessed of both gender (29 girls and 21 boys) and 377 occlusal surface of primary teeth were examined by visual ICDAS II, DIAGNodent pen and digital bitewing radiographic examination at D0 (non caries lesions), D1 (lesions limited to enamel) and D2 (lesions limited to dentin) thresholds. **Results:** Sensitivity at D0 for ICADS II was 14.23% and 95.95% for DIAGNodent pen and 87.85% for digital bitewing, radiographs while specificity for both ICADS II and bitewing radiographs were 99.23%

but 73.85% for DIAGNOdent pen. At D1, threshold sensitivity of ICADS II and digital bitewing radiographs were higher than DIAGNOdent pen but specificity for bitewing radiographs and DIAGNOdent pen 90.69% - 87.99%. were highly significant than ICADS II At D2, threshold specificity for all diagnostic methods was almost similar with better sensitivity for ICADS II and digital bitewing radiographs. **Conclusion:** This study showed that ICADS II, Diagnodent pen, and bitewing radiography are effective for the detection of occlusal caries for primary molars. Digital bitewing radiography correlated stronger with ICADSII than Diagnodent pen and proved to be the best method to detect occlusal lesions within the dentin in primary molars while Diagnodent pen and bitewing radiography are better for detecting enamel caries lesion. In addition, the clinical performance of three diagnostic methods was insufficient to detect occlusal caries lesions separately. Consequently, it is advisable to use a combination of diagnostic methods, especially in unclear cases, as well as in cases of initial lesions and their monitoring.

Keywords: International Caries Detection and Assessment System II, Diagnodent pen, Digital bitewing radiographs, occlusal caries

Introduction

There has been an increased incidence of dental caries in children due to recent changes in lifestyle. More sensitive and reproducible diagnostic tools for precise caries detection in children are needed because of the complex occlusal anatomy (Katge F et al., 2016). Diagnosis is both an art and science, combining scientific knowledge and clinical experiences in discovering the signs and symptoms of the caries process (Mohanraj M et al., 2016).

There are different tools for dental diagnosis, which include visual, visuotactile, radiographic, fluorescence-based and electrical conductance-based methods (Bhumireddy et al., 2018). Visual inspection is useful only in the clearest stages of occlusal caries. A new evidence-based optical standard for the detection of dental caries was developed in 2002 to relate the clinical condition of the teeth to their histopathological condition, called the International Dental Caries Discovery and Assessment System (ICDAS). In 2005, an amendment was applied and the ICDAS-II standards were created. ICDAS-II provides standardization in data collection it is comparable to studies and has good reproducibility and accuracy in detecting occlusal caries (Tassoker et al., in 2020).

Since early caries detection is not simple, new technologies have been investigated as diagnostic tools to identify and quantify early caries lesions. These methods, the laser fluorescence-based devices include the DIAGNOdent pen. This device uses a simple diode laser that irradiates the tooth at a specific wavelength. The light is absorbed by organic and inorganic

substances present in the dental tissues, as well as by metabolites from oral bacteria (porphyrins), showing numerical values to differentiate between sound and carious tissues (Kouchaji, 2012). The values range from 0 to 99 on the screen of the device. Higher values indicate more extensive caries lesion (Nokhbatolfoghaie et al., 2013).

Recently, there has been an increasing popularity of digital radiographs compared to conventional radiographs because of the time-consuming processing of conventional radiographs, the decreased patient exposure to ionizing radiation in digital radiography, and the possibility of changing the contrast and density with the digital radiographs (Dehghani et al., 2017).

It is a commonly used method for caries detection as some clinicians believe that even in an ideal clinical situation with good light and clean and dry teeth, clinical examinations conducted without adjunctive radiography have shown to underestimate the actual caries lesion level. However, it has some limitations (Abdelaziz et al., 2018). The limitation of radiographic examination lies in being inaccurate in determining the extension of the carious lesions and it is only possible to observe the lesion when the demineralization has already affected at least 30% to 40% of the enamel, causing irreversible mineral loss (Bader, Shugars and Bonito 2001). Moreover, the radiographic examination does not enable the detection of caries activity (Loiola et al., 2012).

Aim of the Study:

To compare the clinical performance and accuracy of international caries detection and assessment system- II (ICDAS II) versus DIAGNOdent pen and digital bitewing radiography in the detection of occlusal caries in the primary teeth.

Materials and Methods:

This study was an in vivo study. All participants recruited from the diagnosis clinic, all clinical and radiographic procedures were conducted in dental clinics at the faculty of dentistry, Beirut Arab University. A total number of 377 primary teeth in a minimum of 50 children will be included in this study according to the sample size calculation through free online sample size calculator raosoft with a margin of error 5% and confidence level 95%. Both genders were selected according to the following inclusion and exclusion criteria.

Inclusion Criteria:

The participants enrolled in this study showed the following criteria:

- Children aged 6-11 years old.

- Children have at least two primary molars that require diagnostic radiographs.
- All children should be free of any medical conditions

Exclusion Criteria:

Children were excluded if they showed the following criteria:

- Uncooperative behavior.
- Children with special health care needs.
- Children with developmental anomalies of teeth.
- Children of parents who refused to sign the consent agreement.

Ethical Approval

Ethical approval from the Beirut Arab University Institutional Review Board (IRB-BAU) was obtained before conducting the study (IRB code: 2019H-0072-D-M-0357). Moreover, the study protocol was approved from ethical and scientific committee at BAU before initiation of the study. The objectives, risk, benefits of the study were explained to parents/guardians, and a signed informed consent was obtained before inclusion in the study.

Intra Examiner Reliability

The operator was calibrated for using DIAGNOdent pen, ICADS, and Bitewing Radiographic Examination for accurate diagnosis. Each occlusal surface was measured three times by described procedure, and the average of these three measurements was considered as a definite value. After achieving a consistent reproducibility verified by the senior investigator the examiner has carried out the study. Kappa test was calculated to ensure an appropriate level of agreement with gold standard examiner and reliability (Kappa=91).

Methodology

1. **Visual Examination (ICADS II):** All visual examination will be conducted under standard conditions with patients positioned in a dental chair, a professional dental light with a plain dental mirror and air/water spray for drying teeth during 5 seconds (Aljehani et al., 2007). After that, visual ICADS II scorings will be recorded according to ICADS II criteria (Table1) (Fig.1).
2. **Laser Fluorescence Examination (DIAGNOdent Pen):** Scanning with the laser fluorescence system will be performed following manufacturer instructions. The DIAGNOdent pen readings will be recorded according to the scale. (Bhumireddy et al., 2018)(table 2)(Fig.2).
3. **Radiographic Examination (Digital Bitewing Radiographs):** For radiographic examination, digital bitewing radiographs with a digital

sensor holder will be used. The examination and scoring will be done according to the radiographic criteria (Dunkley et al., 2007) (Table 3) (Fig.3).

Validation Method

The validation of the findings (gold standard) was determined by fissure eradication as a part of restorative procedure. However, not all fissures could be legitimized, as this is an invasive method. In addition, the examiners used the dentin hardness criterion to distinguish the carious and healthy dentin. Consequently, for ethical reasons, opening of the cavities occurred only in cases when examiners agreed to the presence of dentin caries. The caries lesion was removed until hard dentin was found. In addition, the examiners used the dentin hardness criterion to distinguish the carious and healthy dentin.

Table 1: Description of International Caries Detection and Assessment System II visual criteria (ICADS II) (Bhumireddy et al., 2018)

Code	Clinical criteria description
0	Sound tooth surface: no evidence of caries after prolonged air drying (5 s)
1	First visual change in enamel: opacity or discoloration (white or brown) is visible at the entrance to the pit or fissure after prolonged air drying, which is not or hardly seen on a wet surface.
2	Distinct visual change in enamel: opacity or discoloration distinctly visible at the entrance to the pit and fissure when wet, the lesion must still be visible when dry.
3	Localized enamel breakdown due to caries with no visible dentin or underlying shadow: opacity or discoloration wider than the natural fissure fossa when wet and after prolonged air drying.
4	Underlying dark shadow from dentin localized enamel breakdown.
5	Distinct cavity with visible dentin: visual evidence of demineralization and dentin exposed.
6	Extensive distinct cavity with visible dentin and more than half of the surface involved.

<p>A Score 0</p>				
<p>B Score 1</p>				
<p>C Score 2</p>				
<p>D Score 3</p>				
<p>E Score 4</p>				
<p>F Score 5</p>				
<p>G Score 6</p>				

Figure 1: ICADS II criteria for primary teeth in upper and lower quadrant

Table 2: Scale of DIAGNOdent Pen scores

Display value	Clinical situation
0-13	Healthy tooth.
14-20	Enamel caries
21-29	Deep enamel caries
≥30	Dentin caries



Figure 2: Isolation and application DIAGNOdent pen for lower left primary molars

Table 3: Radiographic Examination scores

Score	Radiographic criteria description
0	No radiolucency.
1	Radiolucency confined to the enamel.
2	Radiolucency in the outer third of the dentine.
3	Radiolucency in the middle third of the dentine.
4	Radiolucency is reaching the pulpal third of the dentine.

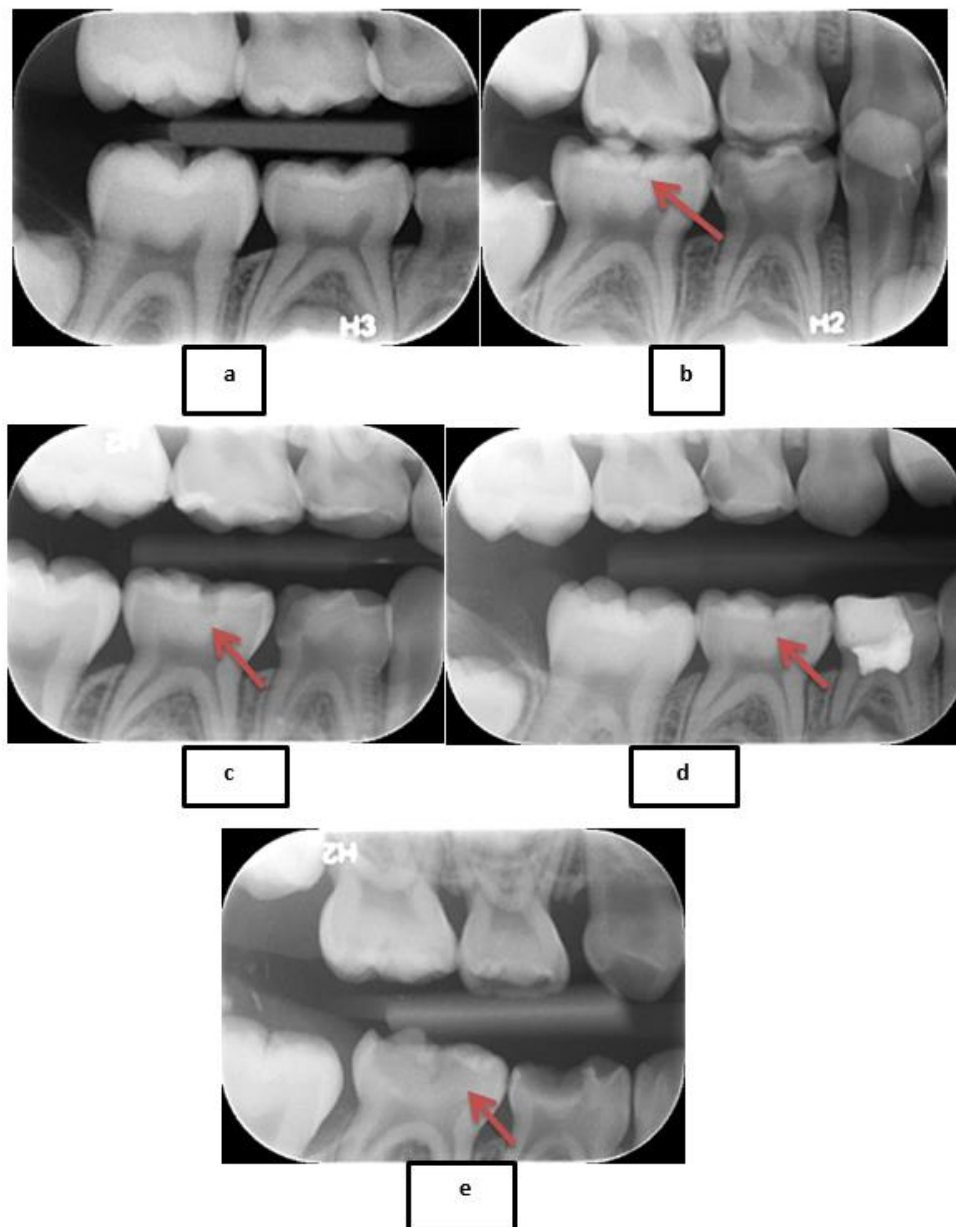


Figure 3: (a, b, c,d and e) Scoring of Digital Bitewing Radiograph (red arrows) in different quadrants of primary teeth a: represent score 0 , b: represent score 1 , c: represent score 2, d: represent score 3 and e : represent score 4

Statistical Analysis:

All analyses were carried out using statistical software SPSS statistics version 24 (IBM, Armonk, New York), and the level of significance was $P < 0.05$. Diagnostic performance of each method (ICDAS and Diagnodent pen,

and Bitewing radiography methods) was evaluated using parameters such as sensitivity, specificity, negative predictive value, positive predictive value, and accuracy at three different thresholds, D0 (No Carries), D1 (Enamel) and D2 (dentine). Accuracy was defined as the percentage of correct diagnosis in all samples (sound and decayed surfaces). For ICADS and radiographic methods, Score 1 represented the cut-off point for all lesions (D1 threshold) and Score 2 for lesions in dentine (D2 threshold). The χ^2 test was employed to compare sensitivity, specificity, and accuracy values of the different methods. The level of significance for the χ^2 test was $P < 0.05$.

Results

Fifty children (29 girls and 21 boys) aged 6-11 years old and 377 occlusal surfaces of the primary molar (maxilla and mandible) were enrolled; none declined to participate. At D1, threshold sensitivity of ICADS II and digital bitewing radiographs were statistically higher than DIAGNodent pen but specificity for bitewing radiographs and DIAGNodent pen 90.69% - 87.99% were statistically highly significant than ICADS II (Table4 & Table5). The accuracy of bitewing radiograph and DIAGNodent pen was statistically 91.25% - 82.76% higher than ICDAS II 38.58%. At D2, threshold specificity for all diagnostic methods was almost similar with better sensitivity for ICADS II and digital bitewing radiographs. Bitewing radiographic accuracy was the best to detect the dentinal caries by 99% followed by ICDAS II and Diagnodent pen 92% - 89% (Table 6 & Table7).

Table 4: Diagnostic accuracy at D1 threshold (Enamel) for ICADS II, Diagnodent Pen, and Bitewing Radiography:

Measurements	ICADS	DP	BR
True positive	40	19	42
False negative	4	25	2
False positive	230	40	31
True negative	107	293	302
Sensitivity	90.91%	43.18%	95.45%
Specificity	31.75%	87.99%	90.69%
Positive predictive value (Precision)	14.81%	32.20%	57.53%
Negative predictive value	96.40%	92.14%	99.34%

Table 5: Test accuracy of all diagnostic methods

Test	Percentage of Accuracy
ICADS	38.58%
DP	82.76%
BR	91.25%

Table 6: Diagnostic accuracy at D2 threshold (Dentin) for ICADS II, Diagnodent Pen, and Bitewing Radiography:

Measurements	ICADS	DP	BR
True positive	63	46	85
False negative	23	40	1
False positive	7	1	1
True negative	284	290	290
Sensitivity	73.26%	53.49%	98.84%
Specificity	97.59%	99.66%	99.66%
Positive predictive value (Precision)	90.00%	97.87%	98.84%
Negative predictive value	92.51%	87.88%	99.66%

Table 7: Test accuracy of all diagnostic methods

Test	Percentage of accuracy
ICADS	92%
DP	89%
BR	99%

Discussion

Dental caries lesions constitute a significant challenge in our daily practice, clinical management of these lesions should emphasize their early detection, and prevention before a restorative approach is applied.

This in-vivo study was initiated to evaluate and gain knowledge about the clinical performance of different caries detection methods suggested to aid the clinical decision-making process. A stronger association and an outstanding specificity were found between ICADII and the bitewing radiographs in earlier comparable studies when the lesion threshold was of dentin, but that was at the expense of low sensitivity. However, the most striking outcome was the strong performance of the bitewing radiographs as it was effective in both non-cavitated and cavitated thresholds.

The true validation of caries detection methods measuring the presence/absence and extent of caries in the in vivo studies is justified by clinical examination or operative evaluation. The validation method used in true vitro studies histological examination is considered as gold standard (Castilho et al., 2016). The validation of the collected data was performed via cavity opening. For ethical reasons, operative treatment was performed when the results of two diagnostic methods were in favour of the presence of lesion approximately the enamel-dentinal border, or dentinal caries.

A greater understanding of caries lesions has led to a paradigm shift in its management. Intervention has traditionally been the initial course of treatment, but recent evidence indicates that prevention is a better first step. A system that can support this new paradigm in dental caries management has garnered significant interest. The International Caries Detection and

Assessment System (ICDAS) is evidence-based tools for assessing the severity of caries (Zandona & Epure, 2018).

Mortensen et al., in 2018, evaluated the performance of bitewing radiographs, the DIAGNOdent pen, and ICDAS. The result of this study is in agreement with our results that the digital bitewing correlated in a stronger manner with ICDASII than with the DIAGNOdent pen and proved to be the best method to detect occlusal lesions within the dentin.

The digital radiographic method has been introduced as an adjuvant tool for caries lesion detection with advantages. However, in pediatric dentistry, this method has not been fully employed for caries detection. The consciousness and the experience of “hidden caries,” which is a caries lesion seen in dentine by radiographic examination and clinically presents as sound or demineralized occlusal enamel, have promoted the clinician’s attention to the value of radiographic examination for occlusal and proximal surfaces (Diniz et al.,2010). Many studies have concluded that the use of laser fluorescence can improve the detection of carious lesions; particularly at an early stage because of these hidden deep lesions are major challenges for visual inspection (Walsh, 2018). This agreed with our results that the accuracy and clinical performance of DIAGNOdent pen and digital bitewing radiographs was better than ICDASII.

A systematic review has concluded that radiographs are highly accurate for the detection of cavitated approximal lesions, but rare or no studies could be identified that reported on occlusal lesion (Schwendicke, Tzschoppe, and Paris (2015). Also, the available literature review about occlusal caries lesions detection in primary teeth are limited because most of the diagnostic methods were investigated in vitro, not in vivo, which is critical for generalized research findings. For this reason, the present study aimed to determine the clinical performance of ICADII versus the DIAGNOdent pen and bitewing digital radiography to discover the occlusal caries in the primary molars. Aside from revealing the lesion, knowing the lesion extending into the dental tissue is crucial to the choice of restorative materials and the success of the treatment being performed.

Nuvvula et al., in 2016 stated that it is very important to perform digital radiograph in vivo studies to know the accuracy of diagnostic methods in detection of carious lesions. Previous studies looked at the effect of image enhancement on diagnostic accuracy and found out that some enhancement procedures resulted in higher accuracy. On the other hand, others revealed there is no effect on diagnostic accuracy. The dilemma continues and there is insufficient evidence to support the accuracy of digital radiography. Based on this controversy, we decided to work on bitewing digital images in the present study.

Schaefer et al., in 2018 compared the diagnostic outcomes of visual inspection, digital bitewing radiography for occlusal caries detection and assessment of posterior teeth. They have concluded that, the bitewing radiography had no significant benefit to analyze occlusal surfaces. In contrast, our findings confirmed that the bitewing radiography significantly high effective in detection occlusal surfaces. However, this finding depends on the characteristics of the study population, and different results might be possible in different samples with divergent parameters such as age, caries experience and risk, and socio-economic status.

There are several studies evaluating the effectiveness and accuracy of the DIAGNOdent pen in the detection of occlusal caries its performance was in primary teeth better than traditional methods such as visual inspection and X-ray examination. Additionally, some other studies reported that these fluorescence-based devices should be used as additions to traditional methods in clinical practice. For example, Neuhaus et al., in 2011 compared the performance DIAGNOdent pen with ICDASII and radiographic examination on occlusal surfaces of primary teeth. They found that the DIAGNOdent pen it is used as an aid with ICDASII for better diagnosis (Akgul et al., 2018). This result is similar to our findings that both diagnostic methods will give an examination that is more accurate if they used together.

Sürme et al., in 2020 evaluated the performance of the International Caries Detection and Assessment System (ICDAS)-II and DIAGNOdent pen in detecting occlusal carious lesions in an in- vitro. The diagnostic methods were evaluated at D1, D2, and D3 thresholds and they concluded that the DIAGNOdent Pen and (ICDAS)-II methods might be effective in detecting hidden occlusal caries in both primary and permanent teeth. These results are in agreement with the outcomes of the current study that both methods have proven their effectiveness in occlusal surface of primary molars.

While Hassan et al., in 2019, evaluated the clinical sensitivity and specificity of the DIAGNOdent pen and the ICDAS II in the detection of initial occlusal carious lesions in 50 children. One occlusal surface of each tooth with carious lesions ranging from 0 to 3 was as a gold standard. The results showed that both methods showed a high correlation in early caries detection. However, in difficult diagnoses, the DIAGNOdent pen provides additional sensitivity than ICDAS II. This result agreed with our results that there are a high correlation in caries detection and clinical validation for both methods. The sensitivity of DIAGNOdent pen in present study was 95.95% while only 14.23% for ICDAS II.

Conducting adequately sizes randomized control trials to study the effectiveness of all caries lesions detection methods and devices for primary teeth targeting both high and low-risk population to help in updating existing strategies.

Conclusion

This study showed that ICDAS II, Diagnodent pen, and bitewing radiography are effective for the detection of occlusal caries for primary molars. Digital bitewing radiography correlated stronger with ICDASII than Diagnodent pen and proved to be the best method to detect occlusal lesions within the dentin in primary molars while Diagnodent pen and bitewing radiography are better for detecting enamel caries lesion. In addition, the clinical performance of three diagnostic methods was insufficient to detect occlusal caries lesions separately. Consequently, it is advisable to use a combination of diagnostic methods, especially in unclear cases, as well as in cases of initial lesions and their monitoring.

References:

1. Andersen JH, Jenssen H, Sandvik K, Gutteberg TJ. Anti-HSV activity of lactoferrin and lactoferricin is dependent on the presence of heparan sulphate at the cell surface. *J Med Virol.* 2004 Oct;74(2):262-71.
2. Baveye S, Ellass E, Mazurier J, Spik G, Legrand D. Lactoferrin: a multifunctional glycoprotein involved in the modulation of the inflammatory process. *Clin Chem Lab Med.* 1999 Mar;37(3):281-6.
3. Begbie M, Notley C, Tinlin S, Sawyer L, Lillicrap D. The Factor VIII acute phase response requires the participation of NFkappaB and C/EBP. *Thromb Haemost.* 2000 Aug;84(2):216-22.
4. Belting M. Heparan sulfate proteoglycan as a plasma membrane carrier. *Trends Biochem Sci.* 2003 Mar;28(3):145-51.
5. Chan JF, Yuan S, Kok KH, To KK, Chu H, Yang J, Xing F, Liu J, Yip CC, Poon RW, Tsoi HW, Lo SK, Chan KH, Poon VK, Chan WM, Ip JD, Cai JP, Cheng VC, Chen H, Hui CK, Yuen KY. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. *Lancet.* 2020 Feb 15;395(10223):514-523.
6. Chen L, Liu HG, Liu W, Liu J, Liu K, Shang J, Deng Y, Wei S. [Analysis of clinical features of 29 patients with 2019 novel coronavirus pneumonia]. *Zhonghua Jie He He Hu Xi Za Zhi.* 2020 Mar 12;43(3):203-208. Chinese.
7. Chen T, Wu D, Chen H, Yan W, Yang D, Chen G, Ma K, Xu D, Yu H, Wang H, Wang T, Guo W, Chen J, Ding C, Zhang X, Huang J, Han M, Li S, Luo X, Zhao J, Ning Q. Clinical characteristics of 113 deceased patients with coronavirus disease 2019: retrospective study. *BMJ.* 2020 Mar 26;368:m1091.
8. Clausen TM, Sandoval DR, Spliid CB, Pihl J, Perrett HR, Painter CD, Narayanan A, Majowicz SA, Kwong EM, McVicar RN, Thacker BE, Glass CA, Yang Z, Torres JL, Golden GJ, Bartels PL, Porell RN,

- Garretson AF, Laubach L, Feldman J, Yin X, Pu Y, Hauser BM, Caradonna TM, Kellman BP, Martino C, Gordts PLSM, Chanda SK, Schmidt AG, Godula K, Leibel SL, Jose J, Corbett KD, Ward AB, Carlin AF, Esko JD. SARS-CoV-2 Infection Depends on Cellular Heparan Sulfate and ACE2. *Cell*. 2020 Nov 12;183(4):1043-1057.e15.
9. Drakesmith H, Prentice A. Viral infection and iron metabolism. *Nat Rev Microbiol*. 2008 Jul;6(7):541-52.
 10. Ellass-Rochard E, Legrand D, Salmon V, Roseanu A, Trif M, Tobias PS, Mazurier J, Spik G. Lactoferrin inhibits the endotoxin interaction with CD14 by competition with the lipopolysaccharide-binding protein. *Infect Immun*. 1998 Feb;66(2):486-91.
 11. Frioni A, Conte MP, Cutone A, Longhi C, Musci G, di Patti MC, Natalizi T, Marazzato M, Lepanto MS, Puddu P, Paesano R, Valenti P, Berlutti F. Lactoferrin differently modulates the inflammatory response in epithelial models mimicking human inflammatory and infectious diseases. *Biometals*. 2014 Oct;27(5):843-56.
 12. Ganz T. Hepcidin and iron regulation, 10 years later. *Blood*. 2011 Apr 28;117(17):4425-33.
 13. Guan WJ, Ni ZY, Hu Y, Liang WH, Ou CQ, He JX, Liu L, Shan H, Lei CL, Hui DSC, Du B, Li LJ, Zeng G, Yuen KY, Chen RC, Tang CL, Wang T, Chen PY, Xiang J, Li SY, Wang JL, Liang ZJ, Peng YX, Wei L, Liu Y, Hu YH, Peng P, Wang JM, Liu JY, Chen Z, Li G, Zheng ZJ, Qiu SQ, Luo J, Ye CJ, Zhu SY, Zhong NS; China Medical Treatment Expert Group for Covid-19. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. *N Engl J Med*. 2020 Apr 30;382(18):1708-1720.
 14. Hamming I, Timens W, Bulthuis ML, Lely AT, Navis G, van Goor H. Tissue distribution of ACE2 protein, the functional receptor for SARS coronavirus. A first step in understanding SARS pathogenesis. *J Pathol*. 2004 Jun;203(2):631-7.
 15. Hoffmann M, Kleine-Weber H, Schroeder S, Krüger N, Herrler T, Erichsen S, Schiergens TS, Herrler G, Wu NH, Nitsche A, Müller MA, Drosten C, Pöhlmann S. SARS-CoV-2 cell entry depends on ACE2 and TMPRSS2 and is blocked by a clinically proven protease inhibitor. *Cell*. 2020 Apr 16;181(2):271-280.e8.
 16. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, Zhang L, Fan G, Xu J, Gu X, Cheng Z, Yu T, Xia J, Wei Y, Wu W, Xie X, Yin W, Li H, Liu M, Xiao Y, Gao H, Guo L, Xie J, Wang G, Jiang R, Gao Z, Jin Q, Wang J, Cao B. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*. 2020 Feb 15;395(10223):497-506.

17. Hunt B, Retter, A., McClintock, C. Practical guidance for the prevention of thrombosis and management of coagulopathy and disseminated intravascular coagulation of patients infected with COVID-19. British Society for Haematology. 2020.
18. Idell S, Koenig KB, Fair DS, Martin TR, McLarty J, Maunder RJ. Serial abnormalities of fibrin turnover in evolving adult respiratory distress syndrome. *Am J Physiol.* 1991;261:L240-8.
19. Iqbal T, Stein J, Sharma N, Kulnigg-Dabsch S, Vel S, Gasche C. Clinical significance of C-reactive protein levels in predicting responsiveness to iron therapy in patients with inflammatory bowel disease and iron deficiency anemia. *Dig Dis Sci.* 2015 May;60(5):1375-81.
20. Kapoor S, Opneja A, Nayak L. The role of neutrophils in thrombosis. *Thromb Res.* 2018;170:87-96.
21. Kell DB, Pretorius E. No effects without causes: the Iron Dysregulation and Dormant Microbes hypothesis for chronic, inflammatory diseases. *Biol Rev Camb Philos Soc.* 2018 Aug;93(3):1518-1557.
22. Kyrle PA, Minar E, Hirschl M, Bialonczyk C, Stain M, Schneider B, Weltermann A, Speiser W, Lechner K, Eichinger S. High plasma levels of factor VIII and the risk of recurrent venous thromboembolism. *N Engl J Med.* 2000 Aug 17;343(7):457-62.
23. Lang J, Yang N, Deng J, Liu K, Yang P, Zhang G, Jiang C. Inhibition of SARS pseudovirus cell entry by lactoferrin binding to heparan sulfate proteoglycans. *PLoS One.* 2011;6(8):e23710.
24. Legrand D. Overview of Lactoferrin as a Natural Immune Modulator. *J Pediatr.* 2016 Jun;173 Suppl:S10-5.
25. Levay PF, Viljoen M. Lactoferrin: a general review. *Haematologica.* 1995 May-Jun;80(3):252-67.
26. Luxembourg B, Schmitt J, Humpich M, Glowatzki M, Seifried E, Lindhoff-Last E. Intrinsic clotting factors in dependency of age, sex, body mass index, and oral contraceptives: definition and risk of elevated clotting factor levels. *Blood Coagul Fibrinolysis.* 2009 Oct;20(7):524-34.
27. Motta I, Migone De Amicis M, Pinto VM, Balocco M, Longo F, Bonetti F, Gianesin B, Graziadei G, Cappellini MD, De Franceschi L, Piga A, Forni GL. SARS-CoV-2 infection in beta thalassemia: Preliminary data from the Italian experience. *Am J Hematol.* 2020 Aug;95(8):E198-E199.
28. Ng TB, Cheung RC, Wong JH, Wang Y, Ip DT, Wan DC, Xia J. Antiviral activities of whey proteins. *Appl Microbiol Biotechnol.* 2015 Sep;99(17):6997-7008.

29. Panigada M, Bottino N, Tagliabue P, Grasselli G, Novembrino C, Chantarangkul V, Pesenti A, Peyvandi F, Tripodi A. Hypercoagulability of COVID-19 patients in intensive care unit: A report of thromboelastography findings and other parameters of hemostasis. *J Thromb Haemost.* 2020 Jul;18(7):1738-1742.
30. Pelsers MM, Moravat A, Alexander GJM, Hermens WT, Trull AK, Glatz JFC. Liver fatty acid-binding protein as a sensitive serum marker of acute hepato- cellular damage in liver transplant recipients. *Clin Chem.* 2002; 48:2055–7.
31. Redwan EM, Uversky VN, El-Fakharany EM, Al-Mehdar H. Potential lactoferrin activity against pathogenic viruses. *C R Biol.* 2014 Oct;337(10):581-95.
32. Shi S, Qin M, Shen B, Cai Y, Liu T, Yang F, Gong W, Liu X, Liang J, Zhao Q, Huang H, Yang B, Huang C. Association of Cardiac Injury With Mortality in Hospitalized Patients With COVID-19 in Wuhan, China. *JAMA Cardiol.* 2020 Jul 1;5(7):802-810.
33. Shovlin CL, Sulaiman NL, Govani FS, Jackson JE, Begbie ME. Elevated factor VIII in hereditary haemorrhagic telangiectasia (HHT): association with venous thromboembolism. *Thromb Haemost.* 2007 Nov;98(5):1031-9.
34. Tang N, Bai H, Chen X, Gong J, Li D, Sun Z. Anticoagulant treatment is associated with decreased mortality in severe coronavirus disease 2019 patients with coagulopathy. *J Thromb Haemost.* 2020 May;18(5):1094-1099.
35. Teraguchi S, Wakabayashi H, Kuwata H, Yamauchi K, Tamura Y. Protection against infections by oral lactoferrin: evaluation in animal models. *Biometals.* 2004 Jun;17(3):231-4.
36. Thachil J, Tang N, Gando S, Falanga A, Levi M, Clark C, Iba T, Cattaneo M. Type and dose of heparin in Covid-19: Reply. *J Thromb Haemost.* 2020 Aug;18(8):2063-2064.
37. Theurl I, Aigner E, Theurl M, Nairz M, Seifert M, Schroll A, Sonnweber T, Eberwein L, Witcher DR, Murphy AT, Wroblewski VJ, Wurz E, Datz C, Weiss G. Regulation of iron homeostasis in anemia of chronic disease and iron deficiency anemia: diagnostic and therapeutic implications. *Blood.* 2009 May 21;113(21):5277-86.
38. Trend S, Strunk T, Lloyd ML, Kok CH, Metcalfe J, Geddes DT, Lai CT, Richmond P, Doherty DA, Simmer K, Currie A. Levels of innate immune factors in preterm and term mothers' breast milk during the 1st month postpartum. *Br J Nutr.* 2016 Apr 14;115(7):1178-93.
39. Valenti P, Frioni A, Rossi A, Ranucci S, De Fino I, Cutone A, Rosa L, Bragonzi A, Berlutti F. Aerosolized bovine lactoferrin reduces neutrophils and pro-inflammatory cytokines in mouse models of

- Pseudomonas aeruginosa* lung infections. *Biochem Cell Biol.* 2017 Feb;95(1):41-47.
40. Wakabayashi H, Oda H, Yamauchi K, Abe F. Lactoferrin for prevention of common viral infections. *J Infect Chemother.* 2014 Nov;20(11):666-71.
 41. Wang D, Hu B, Hu C, Zhu F, Liu X, Zhang J, Wang B, Xiang H, Cheng Z, Xiong Y, Zhao Y, Li Y, Wang X, Peng Z. Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients With 2019 Novel Coronavirus-Infected Pneumonia in Wuhan, China. *JAMA.* 2020 Mar 17;323(11):1061-1069.
 42. Witte DL. Can serum ferritin be effectively interpreted in the presence of the acute-phase response? *Clin Chem.* 1991 Apr;37(4):484-5.
 43. World Health Organization [Available from: <https://covid19.who.int/>]
 44. Wu C, Chen X, Cai Y, Xia J, Zhou X, Xu S, Huang H, Zhang L, Zhou X, Du C, Zhang Y, Song J, Wang S, Chao Y, Yang Z, Xu J, Zhou X, Chen D, Xiong W, Xu L, Zhou F, Jiang J, Bai C, Zheng J, Song Y. Risk factors associated with acute respiratory distress syndrome and death in patients with coronavirus disease 2019 pneumonia in Wuhan, China. *JAMA Intern Med.* 2020 Jul 1;180(7):934-943.
 45. Zhang Q, Chen CZ, Swaroop M, Xu M, Wang L, Lee J, Wang AQ, Pradhan M, Hagen N, Chen L, Shen M, Luo Z, Xu X, Xu Y, Huang W, Zheng W, Ye Y. Heparan sulfate assists SARS-CoV-2 in cell entry and can be targeted by approved drugs in vitro. *Cell Discov.* 2020 Nov 4;6(1):80.
 46. Zhang Q, Chen CZ, Swaroop M, Xu M, Wang L, Lee J, Wang AQ, Pradhan M, Hagen N, Chen L, Shen M, Luo Z, Xu X, Xu Y, Huang W, Zheng W, Ye Y. Targeting heparan sulfate proteoglycan-assisted endocytosis as a COVID-19 therapeutic option. *bioRxiv [Preprint].* 2020 Jul 14:2020.07.14.202549.



Tuberculose pulmonaire en milieu carcéral au Niger : aspects épidémiologiques, diagnostiques, thérapeutiques et évolutifs

Kadri Sani

Service de Médecine Interne, Centre Hôpital Régional de Maradi, Niger

Harouna Amadou Mahaman Laouali

Service des maladies Infectieuses, Centre Hôpital Régional de Maradi,

Faculté des Sciences de la Santé de l'Université de Maradi, Niger

Ada Mahaman Laminou

Service de Médecine Interne, Hôpital National de Niamey, Niger

Garba Abdoul Azize

Daou Mamane

Alberto Piubello

Adehossic Eric

Service de Médecine Interne, Hôpital National de Niamey,

Faculté des Sciences de la Santé, Université ABDOU M. Niamey, Niger

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n14p41](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p41)

Submitted: 04 November 2020

Accepted: 23 March 2021

Published: 30 April 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Sani K., Mahaman Laouali H.A., Laminou A.M., Azize G.A., Mamane D., Piubello A. & Eric A. (2021). *Tuberculose pulmonaire en milieu carcéral au Niger : aspects épidémiologiques, diagnostiques, thérapeutiques et évolutifs*. European Scientific Journal, ESJ, 17(14), 1.

<https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p41>

Resume

Objectif : Décrire les aspects épidémiologiques, diagnostiques, thérapeutiques et évolutifs de la tuberculose pulmonaire en milieu carcéral au Niger. Il s'agissait d'une étude transversale réalisée sur 3ans incluant tous les cas confirmés de tuberculose pulmonaire à microscopie positive (TPM+), les co-infections VIH/ tuberculose et les cas de tuberculose pulmonaire à microscopie négative (TPM-). **Résultats :** Au total 3322 étaient détenus avec une prévalence de la tuberculose de 0,84%. Tous les patients étaient des hommes. La moyenne d'âge était de 36 ans avec des extrêmes allant de 21 à 62 ans. 17,85% exerçaient dans le secteur informel. 35,71% provenaient des milieux urbains. Sur le plan juridique 71,48% des patients étaient des

condamnés et 36% des patients avaient une durée de détention de plus de 3ans au moment du diagnostic. La triade faite de toux (100% de cas) –fièvre (92,85% de cas) -expectoration (67,85% de cas) dominait le tableau clinique. L’amaigrissement (46,42% de cas) et la cachexie (42,46% de cas) constituaient l’essentiel des signes généraux. Le taux de co-infection VIH/SIDA- tuberculose s’élevait à 21,42%. Sur le plan thérapeutique 82,14% des patients étaient de la catégorie 1. 53,56% des patients avaient fait l’objet d’une hospitalisation tandis que 46,44% avaient observé le traitement selon un mode ambulatoire. La guérison était de 46,42% de cas, le décès était 28,53 %.

Conclusion : Des mesures préventives et thérapeutiques efficaces sont indispensables en milieu pénitencier.

Mots-clés : Tuberculose, prison, Niger

Tuberculosis in Prisons in Niger: Epidemiological, Clinical, Para-clinical, Therapeutic and Evolutionary Aspects

Kadri Sani

Service de Médecine Interne, Centre Hôpital Régional de Maradi, Niger

Harouna Amadou Mahaman Laouali

Service des maladies Infectieuses, Centre Hôpital Régional de Maradi,
Faculté des Sciences de la Santé de l’Université de Maradi, Niger

Ada Mahaman Laminou

Service de Médecine Interne, Hôpital National de Niamey, Niger

Garba Abdoul Azize

Daou Mamane

Alberto Piubello

Adehossic Eric

Service de Médecine Interne, Hôpital National de Niamey,
Faculté des Sciences de la Santé, Université ABDOU M. Niamey, Niger

Abstract

Objectives: Describe the epidemiological, diagnostic, therapeutic and evolutionary aspects of pulmonary tuberculosis in prisons in Niger. This was a cross-sectional 3-year study that included all confirmed cases of smear-positive pulmonary tuberculosis, HIV / TB co-infections, and smear-negative pulmonary tuberculosis (TPM-). **Results:** A total of 3322 inmates and the prevalence of tuberculosis was 0.84%. All the patients were men. The average age was 36 years old with extremes ranging from 21 to 62 years old. 17.85% were in the informal sector. 35 71% came from urban areas. In legal terms, 71.48% of patients were convicted and 36% of patients had a detention

period of more than 3 years at the time of diagnosis. The triad made of cough (100% of cases) -fever (92.85% of cases) -expectoration (67.85% of cases) dominated the clinical picture. Weight loss (46.42% of cases) and cachexia (42.46% of cases). The clinical signs, the bacteriological examination of the sputum as well as the x-ray (50% of the patients) formed the basis of the diagnosis with miliary predominance. The HIV / AIDS-TB co-infection rate was 21.42%. 82.14% of patients were in Category 1. 53.56% of patients had been hospitalized while 46.44% had been on ambulatory therapy. The therapeutic success was 46, 42% and the death rate was 28.53%. **Conclusion:** Effective preventive and therapeutic measures are essential in a penitentiary environment.

Keywords: Tuberculosis, Prison, Niger

Introduction

La tuberculose reste encore un problème de santé publique dans le monde entier, elle continue d'être une cause majeure de mortalité. En 2018, on estime à 10 millions le nombre de nouveaux cas de tuberculose, dont 1,5 million sont morts OMS (2019).

La connaissance des facteurs de retard diagnostique permet de limiter la transmission de cette pathologie en particulier la connaissance sur le mode et les causes favorisant la contamination et le développement de la maladie, sur les signes révélateurs et sur la nécessité de faire une consultation précoce (Ravaahatra, 2017).

Les prisons peuvent favoriser la propagation de la tuberculose par le surpeuplement, une mauvaise ventilation, une mauvaise alimentation, le manque d'accès aux soins médicaux OMS, 2020).

Une grande partie des prisonniers viennent des milieux socio-économiques défavorisés auxquels s'ajoutent d'autres difficultés dont l'accès aux soins limité, les conduites addictives, les maladies mentales, l'immigration, la mauvaise alimentation, l'infections à VIH/SIDA... (OMS, 2020)

Le retard diagnostique, une mauvaise observance de traitement, la promiscuité dans les cellules, le manque d'aération des cellules ainsi que des transferts entre différents établissements pénitenciers favorisent la transmission et la propagation de la tuberculose dans les milieux carcéraux (OMS, 2020).

Au Niger, la population carcérale est estimée en 2008 à 6000 détenus répartis dans 38 établissements pénitenciers. C'est pourquoi la tuberculose doit être alors l'une des pathologies à surveiller prioritairement dans les prisons. Des moyens diagnostiques et thérapeutiques sont disponibles afin de réduire la propagation de la maladie entre détenus, aux gardiens, aux visiteurs mais aussi afin de diminuer le coût que supporte l'état dans sa prise en charge.

Toute fois au Niger il n'existe pas d'études sur la tuberculose en milieu carcéral alors que l'efficacité de la lutte antituberculeuse doit se faire dans un cadre global intégrant toutes les composantes. Ainsi l'objectif de cette étude est de décrire les aspects épidémiologiques, diagnostiques, thérapeutiques et évolutifs de la tuberculose pulmonaire dans les maisons d'arrêt de Kollo et Niamey (Niger).

Patients et Methode

Il s'agit d'une étude rétrospective descriptive et analytique qui s'étendait sur la période allant du 1^{er} janvier 2008 au 31 décembre 2010 soit 3 ans.

Ce travail consistait en un recensement de tous les cas de tuberculose pulmonaire à microscopie positive (TPM+) ou tuberculose pulmonaire à microscopie négative (TPM-) chez les détenus à la prison civile de Niamey ou de Kollo.

Dans cette étude étaient inclus tous les cas de tuberculose pulmonaire confirmés bactériologiquement, les co-infections VIH/ tuberculose et les cas de tuberculose pulmonaire à bacilloscope négative suspectés cliniquement et /ou sur la base de la radiographie pulmonaire. Les détenus suivis pour une affection autre que la tuberculose n'étaient pas inclus dans cette étude.

La collecte des données était faite sur des fiches d'enquête individuelles conçues pour le besoin de l'étude à partir des dossiers médicaux des détenus permettant le recueil des informations suivantes : nom, prénom, âge, sexe, antécédents de tuberculose, notion de contagion, statut VIH, fièvre, toux, expectoration, amaigrissement, sueur nocturne, dyspnée, hémoptysie, résultat de l'examen bactériologique des crachats, résultats radiologiques, l'existence d'une hospitalisation et sa durée, schéma thérapeutique et l'évolution des patients.

Le diagnostic de la tuberculose était retenu sur les arguments clinique, radiologique et bactériologique. L'examen direct des crachats était effectué par la méthode de Ziehl-Neelsen. Tous les cas de tuberculose étaient traités par des antituberculeux selon les schémas en vigueur au Niger (recommandés par l'OMS).

Pour réaliser cette étude l'autorisation de recherche a été obtenue de la faculté de médecine de l'Université Abdou Moumouni de Niamey et l'approbation du ministère de la justice.

Le traitement des données était effectué par le logiciel Excel version 12.0 et épi info version 6.

Résultats

Prévalence

Durant la période de cette étude en moyenne 3322 détenus étaient gardés à la prison civile de Niamey et de Kollo.

Au total 28 cas de tuberculose étaient enregistrés dans les deux centres soit une prévalence de 0,84% (Tableau I).

Tableau N°I : Répartition des cas suspects et des cas confirmés de tuberculose en fonction du nombre total des détenus par année

Année	Effectifs	Effectif de détenus	Personnes suspectes	Personnes Confirmées
2008		1020	15	12
2009		1096	26	9
2010		1208	10	7
TOTAL		3324	51	28

Les fréquences les plus élevées sont observées en 2008 avec 12 cas soit 42,85% et en 2009 avec 32,14% de cas.

La majorité des patients est incarcérée à la maison d'arrêt de Niamey soit 71,42% contre 28,58% à Kollo.

Données sociodémographiques

La moyenne d'âge est de 36 ans avec des extrêmes allant de 21 ans à 62 ans.

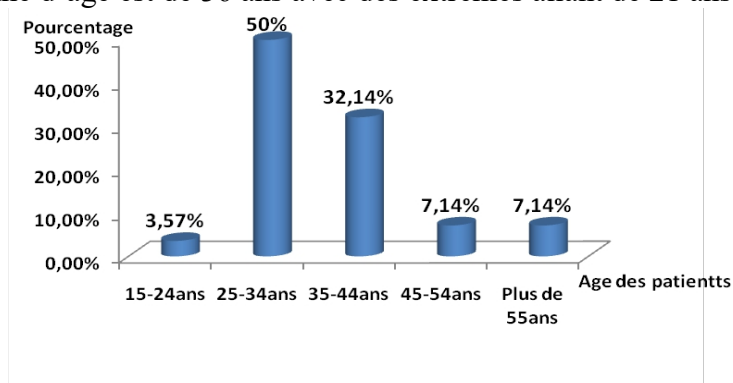


Figure 1 : répartition des patients par tranche d'âge

La plus grande fréquence a été observée dans la tranche d'âge comprise entre 25 ans et 44 ans soit 82,14% des cas et constitue la tranche d'âge la plus active de la population (Fig. 1).

L'ensemble des patients était de sexe masculin et aucune femme détenue n'était atteinte de tuberculose ; 35,71% de notre échantillon provient de centres urbains.

Une grande partie des catégories socioprofessionnelles était représentée avec 18% des patients exerçant dans le secteur informel, 14% des

patients sont de cultivateurs et ouvriers, 14% sont des fonctionnaires et étudiants et 7% de l'échantillon prospecté sont sans emplois.

Catégories des détenus

Une prédominance des condamnés a été notée avec 20 cas soit 71,42% de notre échantillon contre 21,42% de prévenus.

Trente-quatre virgule soixante-un pourcent des patients avaient une durée de détention de plus de 3 ans au moment du diagnostic de la tuberculose.

Également 34,61% des patients avaient une durée de détention comprise entre 3 mois à 1 an au moment du diagnostic.

Seulement 3,85% de cette série avait un temps d'incarcération compris entre 1 mois et 3 mois lors du diagnostic de la tuberculose.

Données cliniques

Une notion de contagion a été retrouvée chez 35,71% de patients. Dix-sept virgule quatre-vingt-cinq pourcent de patients avaient un antécédent de tuberculose antérieure. Les antécédents de 35,71% de patients n'étaient pas précisés.

Au plan respiratoire, la toux chronique est retrouvée chez la totalité des patients soit 100% de cas suivie des expectorations chez 67,85% des patients, la dyspnée dans 28,57% de cas et de douleurs thoraciques dans 21,42% de cas.

Aucun patient n'avait présenté des signes de complications comme des hémoptysies ou de détresse respiratoire.

Concernant les signes généraux la fièvre était quasi-constante dans 92,85% de cas suivie de l'amaigrissement (sans cachexie) dans 46,42% de cas. La cachexie a été retrouvée dans 42,85% de cas. Les autres signes d'imprégnation tuberculeuse sont présents avec des faibles proportions avec respectivement 7,14% pour l'anorexie ; 3,57% pour l'asthénie et 10,71 pour les autres signes non spécifiques.

Données biologiques

L'examen bactériologique de crachat ayant servi de base pour le diagnostic de la tuberculose, a été réalisé à l'ensemble des patients. Une prédominance de tuberculose pulmonaire à microscopie positive (TPM+) a été notée dans 85,71% de cas contre 14,28% de TPM-. Le taux de co-infection VIH/SIDA et tuberculose a été de 21,42%.

Parmi les examens complémentaires de surveillance du traitement, seule la NFS était réalisée dans 17,85% de cas suivie de la VS dans 14,28% de cas. Le bilan rénal a été effectué chez 10,71% des patients et le bilan hépatique a été fait chez seulement 7,14% des patients.

Données radiologiques

L'aspect miliaire a été retrouvé dans 33,33% de cas suivi de la pleurésie dans 20% de cas et de l'infiltrat dans 20%. Les cavernes ont été observées dans 13,33% de cas ; les images d'aspect normal étaient retrouvées dans 20% de cas.

Données thérapeutiques

Le traitement reposait sur les recommandations du programme national de lutte contre la tuberculose (PNLT) en vigueur au Niger au cours de la période d'étude.

Quatre-vingt-virgule quatorze pourcent des patients avaient suivi le traitement de la catégorie 1(2{RHZE}/ 4{RH}) : deux (2) mois de quadrithérapie à base de (rifampicine, isoniazide, pyrazinamide, éthambutol) en phase intensive initiale et quatre (4) mois de bithérapie à base de rifampicine-isoniazide en Phase de continuation. Dix-sept virgule quatre-vingt-seize pourcent des patients avaient suivi le régime de traitement.

Cinquante-trois virgule cinquante-sept pourcent de l'échantillon ont fait l'objet d'une hospitalisation et 46,42% avaient suivi leur traitement en mode ambulatoire surveillé. Trente-trois pourcent des patients avaient une durée d'hospitalisation comprise entre 1 et 7 jours tandis que 20% avaient un temps d'hospitalisation supérieur à 30 jours avec des extrêmes allant de 1 à 33 jours. La durée moyenne d'hospitalisation est de 13 jours.

Données évolutives

Le taux de guérison était de 42,85%. Le taux de perdu de vue a été de 17,85%. Le taux de décès était de 28,57% (la cause n'était jamais précisée). Aucun cas d'échec thérapeutique ni de tuberculose résistante n'a été observé.

Discussion

Au cours de cette étude, la prévalence la tuberculose en milieu carcéral est de 0,84%. Cette prévalence est variable selon les études mais reste toujours très élevée par rapport à celle de la population générale comme l'attestent les résultats des travaux réalisés en Côte d'Ivoire (0.23% vs 9.3%), au Malawi (5%), en Ethiopie (8.33%), en Guinée Conakry (0.075% vs 2,4 %) (Gizachew, 2017 ; Rodrigo, 2000 ; Koffi, 1997 ; Auregan, 1995 ; Nyangulu, 1997 ; Koffi, 2017 ; Melese, 2017 ; Bah, 2012).

La durée de séjour à la prison qui vraisemblablement augmente le temps de contact avec la source de contamination, ne semble pas influencer l'importance de cette prévalence car 38,46% des patients ont moins d'un an d'incarcération et 34,61% ont plus de 3 ans d'incarcération.

L'âge moyen des patients est de 36 ans avec des extrêmes allant de 21 à 62 ans. Ces résultats sont proches de ceux de Koffi (1997) ; Nyangulu

(1997) ; Melese (2017) ; Bah (2012) témoin de l'extrême jeunesse de la population carcérale.

La tranche d'âge comprise entre 25 ans et 44 ans (82,14%) est la plus représentée dans cette étude, ces résultats sont semblables à ceux trouvés au Maroc par El Ghazi (2020) qui rapporte une prédominance de cette tranche d'âge qui correspond à population plus active et plus exposée à la promiscuité et aux abus.

L'ensemble des patients sont des hommes ; ces résultats sont semblables à ceux de la littérature comme ceux observés par Melese (2017) ; Bah (2012) ; Adane (2018). Cela pourrait s'expliquer au fait que les maisons d'arrêt sont composées en grande partie des hommes et que la circulation des détenus entre le quartier des hommes et celui des femmes est limitée.

Contrairement aux résultats rapportés par Melese (2017) ; Bah (2012), Ravahatra (2017), le tableau clinique des patients est dominé par la toux (100% de cas), la fièvre (92,85% de cas) et l'expectoration (67,85% de cas).

Dans cette série, 85,71% de patients ont tuberculose pulmonaire à microscopie positive (TPM+) contre 14,29% patients avec une tuberculose pulmonaire à microscopie négative (TPM-) dans 33,33% de cas. Ces résultats sont proches à ceux de plusieurs séries dont Koffi (1997) ; Nyangulu (1997) ; Meles (2017) ; Bah (2012), Ravahatra (2017).

Dans cette étude, la co-infection VIH/tuberculose (21,42%) est nettement supérieure à celle de la population générale comme rapportée dans plusieurs séries. Gizachew (2017) ; Rodrigo (2000) ; Koffi (1997) ; Nyangulu (1997) ; Melese (2017) ; Bah (2012).

A la différence de certaines études Melese (2017) ; Bah (2012), les signes radiologiques les plus fréquemment retrouvés dans cette série sont : l'aspect miliaire (33,33%), suivi de la pleurésie (20%) et de l'infiltrat (20%).

Dans cette étude le taux de guérison est de 42,85% de cas. Ce taux de succès thérapeutique est largement en deçà du taux de guérison observé dans la population générale qui est de 79,5% en 2009, contre un objectif de guérison de 85% fixé par l'OMS, plusieurs auteurs ont notifié un taux de guérison semblable comme Gizachew (2017) ; Rodrigo (2000) ; Koffi (1997) ; Nyangulu (1997).

Dans cette série, un taux de décès de 28,57% de cas est noté contre 5,9% observé dans la population générale en 2009. Ces résultats sont proches de ceux trouvés dans la littérature qui rapportent une proportion élevée de décès comme Koffi (1997) ; Auregan (1995) ; Noesk (2006) ; Bah (2012) ; Adane (2018). Ce taux de décès pourrait être dû au retard du diagnostic comme l'attestent la sévérité des signes généraux des patients (cachexie dans 42,85% de cas), à l'importance de la co-infection VIH/ tuberculose (21,42%), à la malnutrition (42,85%) et dans une certaine mesure aux problèmes d'observance et de surveillance thérapeutique.

Dans cette étude aucun cas d'échec thérapeutique et aucun cas de tuberculose multirésistante n'est observé contrairement aux résultats de travaux de Melese (2017) ; Bah (2012) ; Adane (2018).

Conclusion

La tuberculose demeure l'une des pathologies qui posent encore de problèmes d'observance et de surveillance dans les maisons d'arrêt. Elle doit être l'une des pathologies à surveiller en priorité. Une visite médicale d'entrée, un contrôle régulier et rapproché voire un dépistage systématique doivent être institués aux regards de la forte prévalence, du taux de co-infection VIH/Tuberculose élevé et de la mortalité observée de la tuberculose en milieu carcéral au Niger. Des mesures préventives et thérapeutiques efficaces sont indispensables et un renforcement de la surveillance afin de prévenir et diminuer la morbidité et la mortalité de la tuberculose en milieu pénitencier.

Conflits d'intérêt

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt en rapport avec cet article.

References:

1. OMS (2019). Rapport mondial sur la tuberculose 2018. Document 2019 de l'Organisation mondiale de la santé ; WHO/CDS/TB/2019.15.
2. OMS (2020). Tuberculose en prison www.who.int/TB.
3. Edge CL, King EJ, Dolan K, McKee M. (2016). Prisoners co-infected with tuberculosis and HIV: a systematic review. *Journal of the International AIDS Society*, 19(1):20960.
4. Mrabet F.Z, M. Soualhi, R. Zahraoui, K. Marc, J. Benamor, J.E Bourkadi (2019). L'aspect de la tuberculose dans le milieu carcéral, *Revue des Maladies Respiratoires*, (36) : Page A250.
5. Gizachew Beza M, Hunegnaw E, Tiruneh M. (2017). Prevalence and Associated Factors of Tuberculosis in Prisons Settings of East Gojjam Zone, Northwest Ethiopia. *International Journal of Bacteriology*, 2017(3) : 1–7
6. El Bouazzi O (2020). Suivi Thérapeutique Pharmacologique de l'Isoniazide, *European Scientific Journal*, 16 (3), p 401
7. Koffi N, A.K Ngom, E. Aka-Danguy, A. Séka, N. Kouassi, D. Fadiga (1997). Tuberculose bacillifère en milieu carcéral. Notre expérience au camp pénal de Bouaké, Côte d'Ivoire. *INT J TUBERC LUNG DIS* 11 (3): pages 250-253.
8. CDC (1996). Prevention and control of tuberculosis in correctional facilities. . Recommendations of the Advisory Council of Elimination of tuberculosis, Vol.45/No; RR-5

9. Roustang I., Abouzeidi A (2008). Elaboration d'une stratégie sectorielle pour la santé en milieu pénitentiaire au Niger. Rapport de mission Fév.-Mars 2008.
10. Kiter G, Arpaz S; Keskin (2003). Tuberculosis in Nazilli District Prison, Turkey, 1997-2001. *INT J TUBERC LUNG DIS* 2 (7): 153-158.
11. Auregan G, Rakotomanana F, Ratsitorahina M, Rakotoniaina N, Rabemananjara O, Raharimana R, Boisier P (1995). Tuberculose dans les prisons à Antananarivo de 1990 à 1993. *Arch Inst Pasteur Madagascar*, 62 (5) : 18-23.
12. Nyangulu ds, Harries AD, Kang'ombe C, Yadidi K, Cullinan T, Maher D, Nunn P, Salaniponi FM (1997). Tuberculosis in a Prison Population in Malawi. *Lancet*, 350 (9087), 1284-7.
13. BANDA HT, F Gausi, A D HARRIES F M SALANIPONI (2009). Prevalence of Smear-Positive Pulmonary Tuberculosis among Prisoners in Malawi: a National Survey. *Int J Tuberc Lung Dis*. 13 (12), p.1557-9.
14. RAO N, PAK J (2004). Prevalence of Pulmonary Tuberculosis in Karachi Central Prison. *Med Assoc*. 54(8), p.413-5.
15. Ravahatra Kiady, Michel Tiaray Harison, Rakotondrabe Iantsotiana Davidson, Rasoafaranirina Marie Odette, Nandimbiniaina Anjara, Rakotomizao Jocelyn Robert, Rakotoson Joelson Lovaniaina, Raharimanana Rondro Nirina (2017). Facteurs De Retard Diagnostique De La Tuberculose Pulmonaire Vus À l'Unité De Soins, De Formation Et De Recherche De Pneumologie Befelatanana ; *European Scientific Journal, ESJ*, 13(27), 413
16. El Ghazi I, Berni I, Menouni A, Kestemont M, Amane M, Jaafari S (2020). Profil Épidémiologique Des Pathologies Respiratoires Aux Services De Pneumologie De La Ville De Meknès (Maroc) *European Scientific Journal, ESJ*, 16 (33), 274
17. Noeske J, Kuaban C, Amougou G, Piubello A, Pouillet R (2006). Pulmonary Tuberculosis in the Central Prison of Douala, Cameroon *East African Medical journal*, 83(1) : 25-30.
18. Séri B, Koffi A, Danel C, Ouassa T, Blehoué M-A, Ouattara E (2017). Prevalence of Pulmonary Tuberculosis Among Prison Inmates: A Cross-sectional Survey at the Correctional and Detention Facility of Abidjan, Côte d'Ivoire. *PLOS ONE*. 31; 12(7): e0181995.
19. Melese A, Demelash H (2017). The prevalence of Tuberculosis Among Prisoners in Ethiopia: a Systematic Review and Meta-analysis of Published Studies. *Archives of Public Health*, Dec Jun 12; 75(1).
20. Bah H, Cisse FA, Camara LM, Diallo OH, Diallo M, Sow OY (2012). Prévalence de la tuberculose en milieu carcéral à Conakry, République de Guinée. *La Revue de Médecine Légale*. Dec; 3(4):146-50.

21. Adane K, Spigt M, Dinant G-J (2018). Tuberculosis Treatment Outcome and Predictors in Northern Ethiopian prisons: a Five-year Retrospective Analysis. *BMC Pulmonary Medicine*. Jun 12;18(1).
22. Samia Nassik, Aouatef Masmoudi, Salssabile Nafizy, Saad Mouine, Amine Kouisbahi, Amina Berraho (2018). Aspect Clinique Atypique De La Tuberculose Oculaire A Propos D'un Cas, *European Scientific Journal, ESJ*, 14(9), 122

Etude Chimique et Micro-Cartographique De Roches Carbonatées : Cas Des Calcaires Lumachelliques De l'Oligocène Inferieur Du Bassin Emergé de Côte d'Ivoire

Assalé Fori Yao Paul, PhD

Université Félix Houphouët Boigny, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Abidjan, Côte d'Ivoire

Gbangbot Jean Michel Kouadio, PhD

Université Lorougnon Guédé de Daloa, Côte d'Ivoire

Kessé Touvalé Marcel, PhD

Institut National Polytechnique Houphouët Boigny, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

Kplohi Yaba Hervé, Msc

Féa Isaac, Msc

PETROCI, Centre d'Analyses et de Recherche (CAR), Abidjan, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n14p52](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p52)

Submitted: 13 October 2020

Accepted: 23 February 2021

Published: 30 April 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Yao Paul A.F., Michel Kouadio G.J., Marcel T.K., Yaba Hervé K. & Isaac F. (2021). *Etude Chimique et Micro-Cartographique De Roches Carbonatées : Cas Des Calcaires Lumachelliques De l'Oligocène Inferieur Du Bassin Emergé de Côte d'Ivoire*. European Scientific Journal, ESJ, 17(14), 52. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p52>

Resume

Dans le présent travail, une étude minéralogique et cartographique chimique des calcaires lumachelliques de l'Oligocène inférieur du bassin émergé de Côte d'Ivoire a été effectuée. Les analyses ont été réalisées au M.E.B, équipé d'un spectromètre à diffusion d'énergie. L'objectif est de comprendre les processus post-diagénétiques qui se sont produits dans les calcaires lumachelliques au cours de la transgression de l'Oligocène inférieur. Les résultats ont montré que les calcaires lumachelliques sont composés de plus de 80% de calcium qui sont accompagnés par ordre d'abondance de silicium (6,73%), de soufre (1,94%), de fer (1,62%), d'aluminium (1,57%) et de magnésium (1,44%). Les résultats révèlent également qu'au cours de la

transgression de l'Oligocène inférieur, des inclusions minéralogiques ont été formées dans l'ordre chronologique suivant : la glauconite et la pyrite. Durant cette transgression une silicification (quartzification) de certains bioclastes s'est produite et cela entre les profondeurs 3000 m et la zone de compensation des carbonates (CDD) expliquant ainsi la présence de silice dans ces calcaires par la micro-cartographie chimique. Ce nouvel environnement de dépôt (marin profond) a occasionné encroûtement de leur surface donnant ainsi un hard-ground.

Mots-clés : Silicification, Calcaire lumachellique, Micro-cartographie chimique

Chemical and Micro-Mapping Study of Carbonate Rocks: Case of Shelly Limestone of Lower Oligocene of Côte d'Ivoire Onshore Sedimentary Basin

Assalé Fori Yao Paul, PhD

Université Félix Houphouët Boigny, UFR des Sciences de la Terre et des
Ressources Minières, Abidjan, Côte d'Ivoire

Gbangbot Jean Michel Kouadio, PhD

Université Lorougnon Guédé de Daloa, Côte d'Ivoire

Kessé Touvalé Marcel, PhD

Institut National Polytechnique Houphouët Boigny,
Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

Kplohi Yaba Hervé, Msc

Féa Isaac, Msc

PETROCI, Centre d'Analyses et de Recherche (CAR),
Abidjan, Côte d'Ivoire

Abstract

In the present work, a mineralogical and chemical cartographic study of shelly limestones from the Lower Oligocene of Côte d'Ivoire Ivorian emerged basin was carried out. The analyzes were realized under a scanning microscope which is equipped with an energy diffusion spectrometer (SEM-EDS). The objective is to understand the post-diagenetic processes which occurred in shelly limestones during Lower Oligocene Transgression. The results showed that shelly limestones are composed of more than 80% of calcium which are accompanied in order of abundance of silicon (6.73), sulfur (1.94%), iron (1.62%), aluminum (1.57%) and magnesium (1.44%). The results also reveal during the Lower Oligocene Transgression, mineralogical

inclusions were formed in chronological order: glauconite and pyrite. During this transgression, silicification (quartzification) of some bioclasts occurred between depths 3000 m and calcite compensation depth (CCD) explaining the presence of silica in these limestones by chemical micro-mapping. This new marine deposit (deeper sea) has caused the formation of hard-ground on shelly limestones surface.

Keywords: Silicification, Shelly Limestones, Chemical micro-mapping

1. Introduction

Les roches carbonatées sont des roches sédimentaires comportant au moins 50% de carbonates. Elles peuvent être d'origine chimique (précipitation chimique) ou biogénique (accumulation de bioclastes). Parmi les roches carbonatées d'origine biogénique, on distingue les faluns et les lumachelles. Ces dernières sont issues principalement de l'accumulation sur place de bioclastes dans les environnements marins peu-profonds. Les calcaires lumachelliques sont connus dans le bassin sédimentaire émergé ivoirien plus précisément dans la localité d'Ebooco (DIGBEHI, 1987). Ils ont été mis en évidence dans des sondages des localités d'Eboïnda et d'Adiaké (ASSALE, 2013). Dans le sondage d'Adiaké, dont le profil lithologique est représenté en figure 1 et la localisation en figure 2, ces calcaires ont été identifiés entre les cotes 48 m et 52 m soit une épaisseur de 4m. Ces calcaires, datés de l'Oligocène inférieur (ASSALE, 2013), sont extrêmement durs de couleur gris jaunâtre à jaune foncé. La teneur en carbonate de calcium dans les calcaires lumachelliques d'Adiaké varie de 93,48 à 84,22 %. Ces calcaires sont encrustés sur une épaisseur d'un mètre (cotes 49 à 48 m) formant ainsi un hard ground extrêmement dur qui traduit un arrêt momentané de la sédimentation du fait de la transgression. On pourrait se demander quels sont les phénomènes post-diagénétiques qui se sont produits dans ces calcaires au cours de cette transgression ? C'est pour répondre à cette interrogation que le présent travail est initié. Son objectif principal est de comprendre les processus post-diagénétiques qui se sont produits dans les calcaires lumachelliques d'Adiaké au cours de la transgression de l'Oligocène inférieur. Les objectifs spécifiques assignés :

- faire une analyse chimique des calcaires lumachelliques d'Adiaké au spectromètre à diffusion d'énergie du MEB ;
- établir une cartographie chimique au MEB afin de comprendre la répartition des éléments chimiques dans ces calcaires.

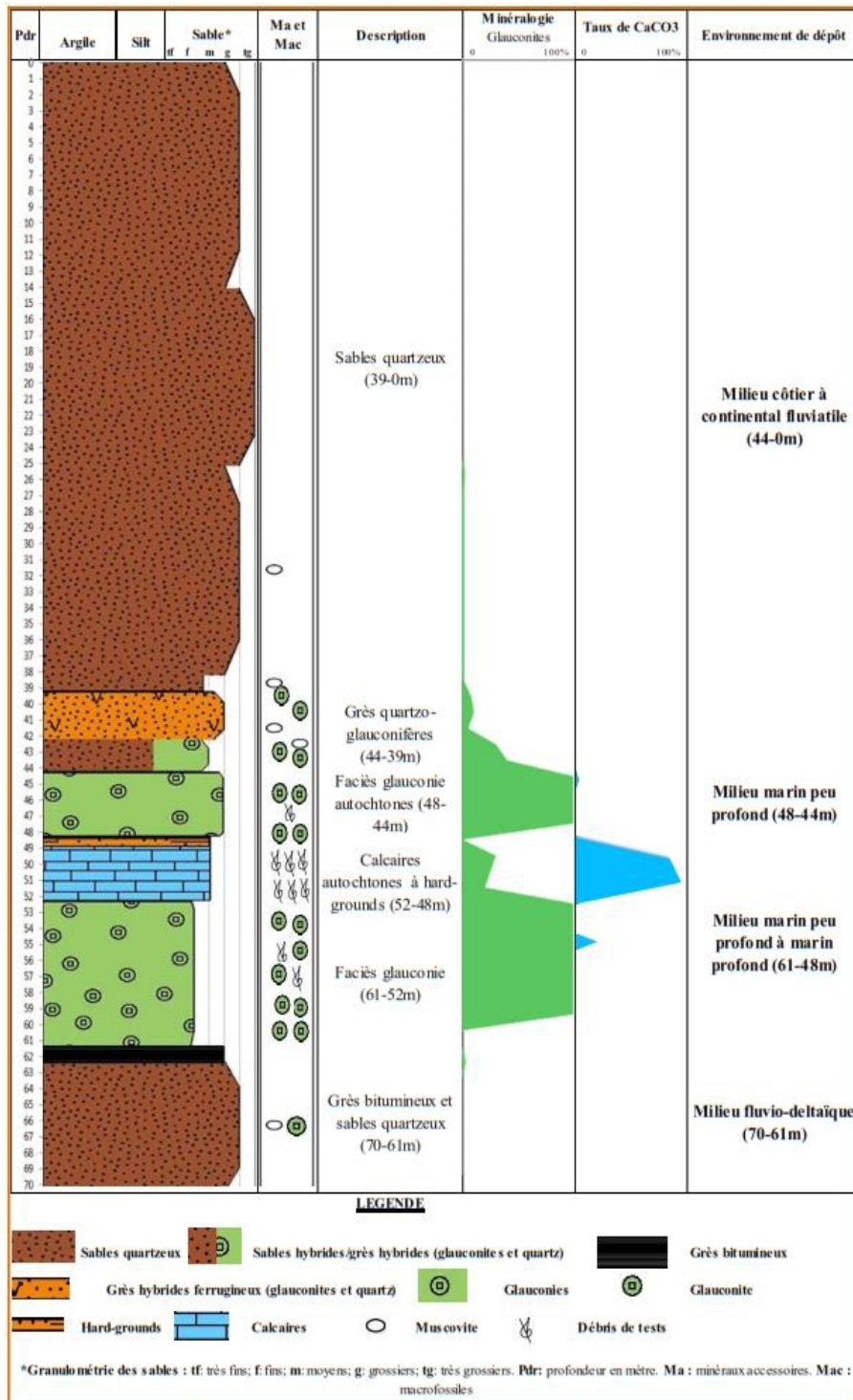


Figure 1 : Stratigraphie du puits Adia 5 (ASSALE, 2013)

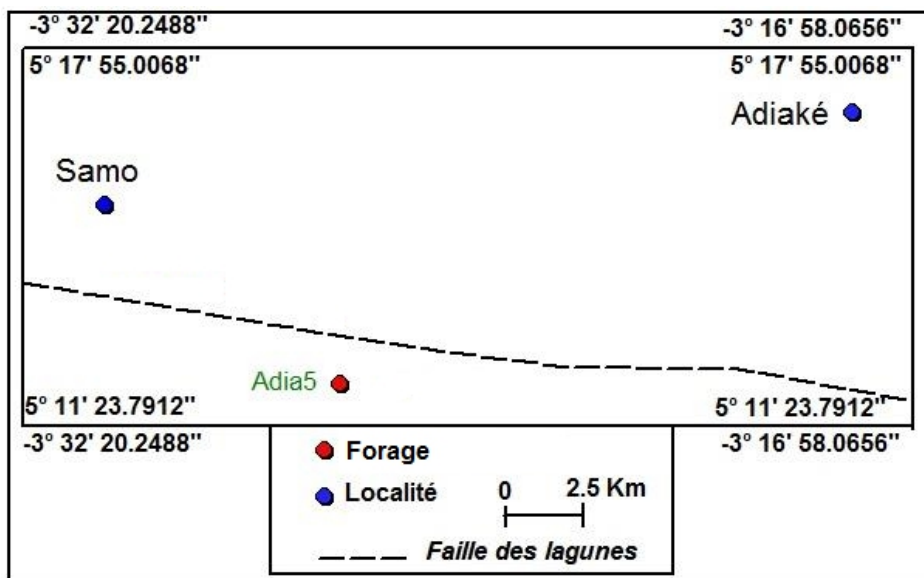


Figure 2 : Positionnement du forage Adia 5

2. Matériel et Méthode

Le matériel à analyser est constitué d'un morceau de carotte de roches carbonatées provenant du sondage Adia 5 du bassin onshore de Côte d'Ivoire. Cette carotte a été sélectionnée à la cote 50 m (Adia5-50). Avec cette carotte, une lame mince pétrographique non-couverte a été confectionnée (Photo 1). La lame est métallisée au carbone pour son analyse au MEB de type FEG Supra 40 VP de Zeiss équipé d'un spectromètre à diffusion d'énergie. Dans cette analyse, trois micro-surfaces d'environ 4mm² ont été sélectionnées. Pour chaque surface, une analyse chimique est effectuée en vue de la détermination des éléments chimiques majeurs présents. La précision de l'analyse chimique est de 10. Après cette analyse, une micro-cartographie est effectuée sur chaque surface. Elle consiste à attribuer à chaque élément chimique une couleur afin de comprendre leur répartition dans l'échantillon de roche. La proportion de carbone n'est pas prise en compte puisqu'il a été utilisé pour la métallisation de la surface de la lame.

Toutes ces analyses ont été effectuées au Centre d'Analyses et de Recherche de la PETROCI (Société des Opérations Pétrolières de Côte d'Ivoire).



Photo 1 : Calcaire lumachellique de la cote 50 m (ASSALE, 2013)

3. Résultats

3.1. Composition géochimique du calcaire Adia5-50

La composition chimique des trois micro-surfaces est consignée dans le tableau 1.

Tableau 1 : Composition chimique des micro-surfaces du calcaire Adia5-50

Micro-surfaces	Mg	Al	Si	S	Ca	Fe	Total
Micro-surface 1	1,42	1,64	6,24	1,82	87,52	1,36	100
Micro-surface 2	1,44	1,22	6,41	1,42	88,19	1,32	100
Micro-surface 3	1,45	1,85	7,55	2,59	84,37	2,19	100
Moyenne	1,44	1,57	6,73	1,94	86,69	1,62	

L'analyse de ces micro-surfaces au MEB-EDS montre que le calcaire Adia5-50 est constitué de six éléments chimiques majeurs à savoir le magnésium, l'aluminium, le silicium, le soufre, le calcium et le fer. Dans cette composition chimique, le calcium est l'élément prépondérant avec une moyenne de 86,69% (Figure 3). Il est suivi par le silicium dont la proportion oscille entre 6,24% et 7,55% avec une moyenne de 6,73%. Les autres éléments chimiques ont des proportions n'excédant pas 2%. Au vue de l'analyse chimique, cette roche est bel et bien un calcaire.

3.2. Micro-cartographie chimique des éléments principaux du calcaire Adia5-50

Dans la micro-cartographie, les couleurs attribuées aux éléments chimiques sont présentées dans le tableau 2. En plus des six éléments chimiques, le carbone et l'oxygène ont été pris en compte dans cette cartographie ; ce qui donne un total de huit éléments chimiques.

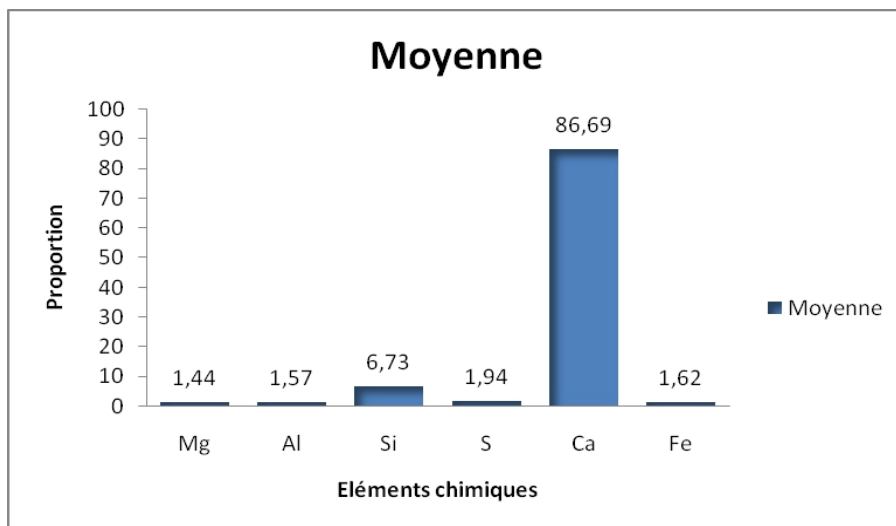


Figure 3 : Proportion des éléments chimiques présents dans le calcaire Adia5-50m.

Tableau 2 : Couleurs attribuées aux éléments chimiques du calcaire

Eléments	C	O	Mg	Al	Si	S	Ca	Fe
Couleur	gris argenté	blanc argenté	violet clair	bleu foncé	rose	jaune	verte	rouge
Numéro photo sur la planche	Photo 2	Photo 3	Photo 4	Photo 5	Photo 6	Photo 7	Photo 8	Photo 9

Pour chaque micro-surface, une planche constituée de 9 photos a été réalisée. Sur chaque planche, la première photo (haut à l'extrême gauche) constitue la surface sélectionnée comportant les éléments chimiques. Les huit autres photos représentent l'image de la dispersion des huit éléments chimiques. Ces huit photos suivent l'ordre présenté dans le tableau 2.

La micro-surface 1 montre que les éléments chimiques tels que le carbone, l'oxygène, le magnésium, l'aluminium, le silicium, le soufre, le calcium et le fer sont répartis uniformément dans le calcaire (Planche 1). Parmi ces éléments, le carbone, le soufre et le fer présentent des concentrations anormales dans le calcaire. La présence et la concentration anormale du carbone (cercle rouge de la photo 2) est due à la métallisation. Les concentrations anormales de soufre et de fer (cercles bleus des photos 7 et 9) révèlent la présence de pyrite dans le calcaire Adia5-50. Quant au silicium, il se retrouve concentré à certains endroits sur le calcaire témoignant ainsi de la silicification du calcaire (photo 6). Sur la photo 8 (cercle rouge), représentant la dispersion du calcium, on remarque des espaces noirs qui correspondent au carbone concentré anormalement (cercles rouges) et à la silice (espaces noirs non entourés).

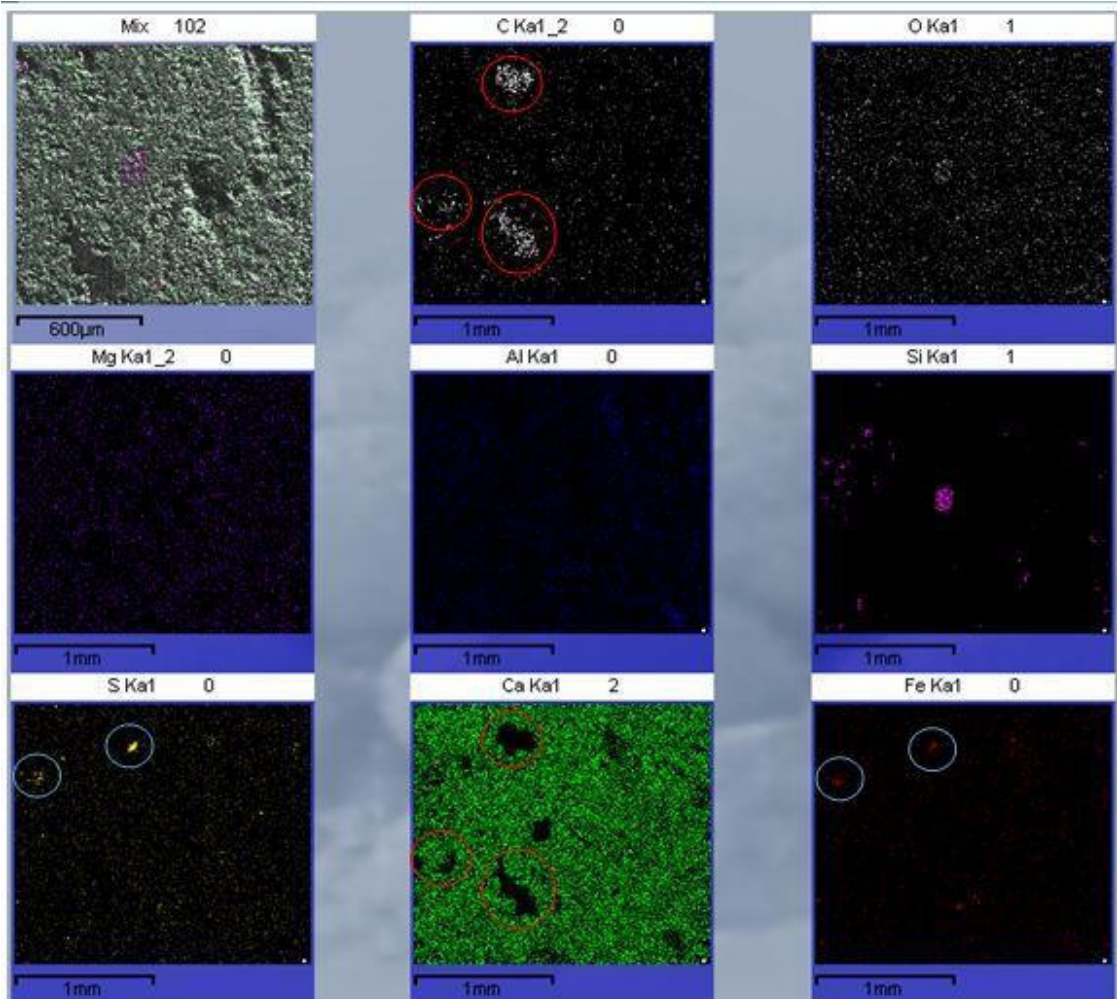


Planche 1 : Cartographie chimique de la zone 1 du calcaire Adia5-50m

Sur la micro-surface 2 (Planche 2), seuls le silicium, l'aluminium et le fer sont concentrés par endroits. Les photos 7 et 9 (cercle jaune) témoignent de la présence de la pyrite. Les autres zones de concentrations de fer et d'aluminium sont dues à l'oxydation du calcaire qui a favorisé la concentration de ces deux éléments chimiques ; cela a été possible grâce aux substitutions de ces éléments avec le calcium. La concentration du silicium suggère la silicification du calcaire suite aux substitutions entre le silicium et le calcium. Les zones noires de la photo 8 (photo du calcium) correspondent aux ombres visibles sur la photo 3.

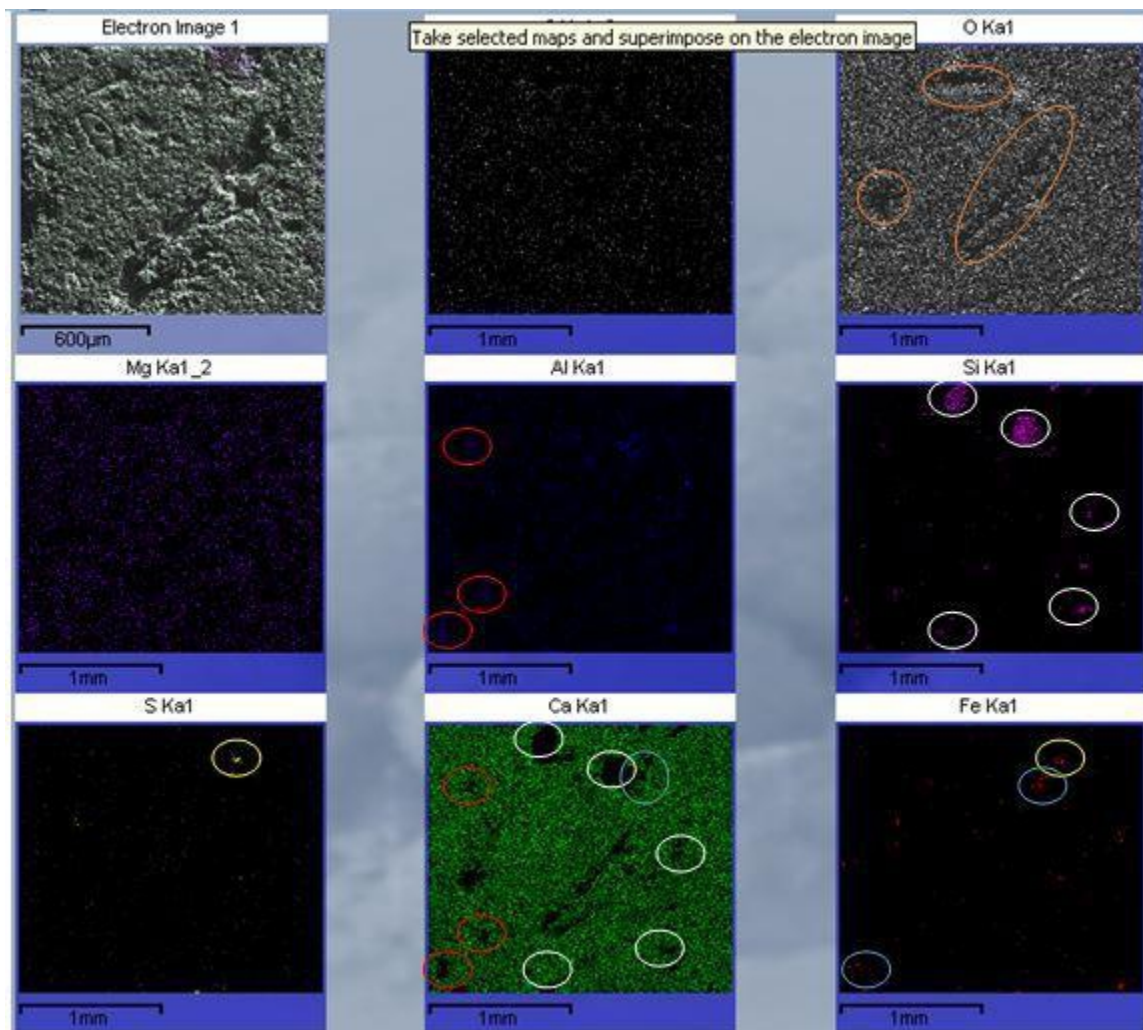


Planche 2 : Cartographie chimique de la zone 2 du calcaire Adia5-50m

La micro-surface 3 est comparable à la micro-surface 2 avec également des concentrations de silicium, de fer, d'aluminium et de soufre (Planche 3). La concentration du soufre est due à la présence de pyrite. Sur cette micro-surface, le silicium est plus concentré que sur les deux autres micro-surfaces. La silicification est donc plus prononcée sur cette surface.

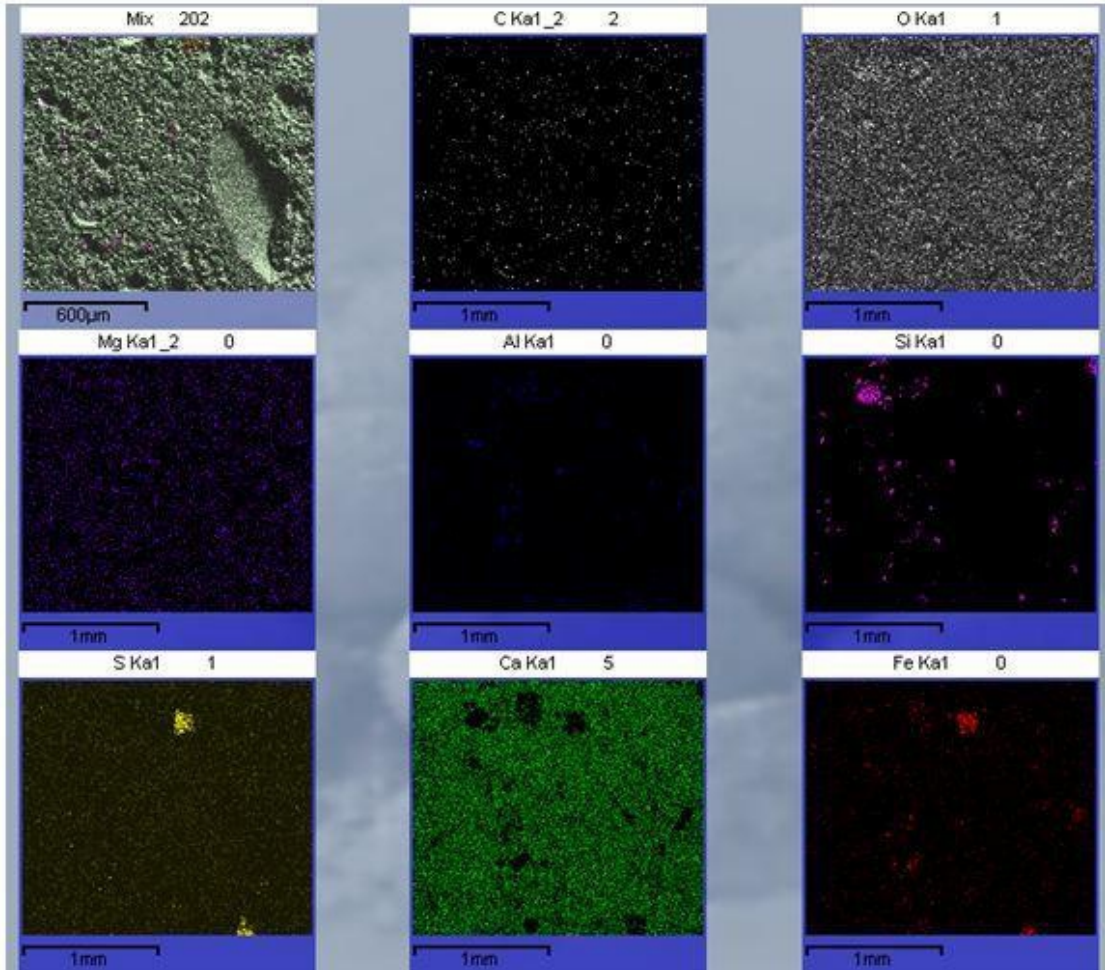


Planche 3 : Cartographie chimique de la zone 3 du calcaire Adia5-50m

4. Discussion

Les calcaires lumachelliques étudiés sont constitués de l'accumulation de bioclastes *in situ* (lumachelles). Cela indique l'existence d'un récif développé sur un plateau continental marginal (MAURICE, 2003). La taphonomie des organismes résulte de la transgression créée au cours de l'Oligocène inférieur occasionnant ainsi l'approfondissement d'eaux marines et la réduction de la lumière (ASSALE 2013). Cet auteur confirme que la transgression a transformé l'environnement marin peu profond à un milieu marin plus profond. La silicification observée dans cette étude a donc été favorisée par cette transgression. L'environnement marin profond se situe entre 3000 m et la zone de compensation des carbonates (CCD). Selon GARY (2009), la dissolution des calcaires biogéniques débute à partir de 3000 m. Cette dissolution est complète dans les profondeurs avoisinant les 4000m à

savoir dans la zone de compensation de la calcite (WISE, 2003). A ces profondeurs, le pH est basique et la température basse (GARY, 2009). Ces conditions favorisent la précipitation de la silice (THIRY *et al.*, 1988, GERARD, 2003) : d'où des conditions favorables pour une silicification des calcaires biogéniques (MAURICE, 2003). La silicification mise en évidence de cette étude conforte donc la manifestation d'une transgression au cours de l'Oligocène inférieure dans le bassin ivoirien signalé dans les travaux de ASSALE (2013). Dans les travaux pétrographiques réalisés sur ces calcaires par cet auteur, des coquilles entières de macrofossiles se sont transformées en quartz ; la silicification est donc ici une quartzification. La pyrite s'est également formée dans les calcaires durant cette période bien après la formation des glauconites du moment où une abondance de soufre dans le milieu sédimentaire empêche la glauconitisation (ASSALE *et al.*, 2020). La production du soufre a favorisé le soufrage des calcaires ; ce qui explique la présence du soufre dans la composition chimique de ces calcaires. Les autres concentrations à savoir le fer et l'aluminium et peut-être le magnésium se sont produites durant l'encroûtement de ces calcaires puisque leur surface est constituée d'hard-ground. La quartzification traduit donc une diagenèse par recristallisation.

Conclusion

Les analyses effectuées dans le présent travail montrent que les calcaires lumachelliques de l'Oligocène inférieur du bassin sédimentaire ivoirien proviennent de l'accumulation *in situ* de bioclastes. L'étude minéralogique montre que ces carbonates sont composés principalement de calcium (86,69%) qui sont accompagnés par ordre d'abondance de silicium (6,73), de soufre (1,94%), de fer (1,62%), d'aluminium (1,57%) et de magnésium (1,44%). Au niveau de la micro-cartographie chimique, on remarque que les éléments chimiques tels que le magnésium, l'aluminium et le fer sont répartis uniformément dans ces calcaires. Néanmoins, des concentrations de fer, de soufre, de magnésium, d'aluminium et de silicium s'y rencontrent. Les concentrations du soufre se superposent aux concentrations du fer ; ce qui témoigne de la présence de pyrite dans les calcaires étudiés. Les concentrations de fer non associées au soufre et celles de l'Aluminium et du Magnésium sont du fait de l'encroûtement de la surface des calcaires lors de la transgression Oligocène. C'est durant cette transgression que la silicification (quartzification) des bioclastes s'est produite entre les profondeurs 3000m et la CDD.

References:

1. Assalé F. Y. P. (2013). Caractérisation sédimentologique, palynologique, géochimique et paléoenvironnementale des formations

- connexes à la faille des lagunes (Est du bassin onshore de Côte d'Ivoire). Thèse Doctorat univ. Univ. F.H.B, Côte d'Ivoire, 361p.
2. Assalé F. Y. P., Akobe A. C., Amani E. M. et Kplohi Y. H. (2020). Évolution de la glauconitisation dans le bassin offshore ivoirien : étude chimique et ultrastructurale des glauconites. *Géologie de la France*, n° 2, p. 26-40.
 3. Digbéhi Z. B. (1987). Études comparées de la sédimentation des premiers stades d'ouvertures de l'Atlantique – Golfe de Guinée – Golfe de Gascogne. *Sédimentologie, Biostratigraphie*. Thèse de doctorat, Univ. Pau, 366p.
 4. Gary N. S. (2009). *Sedimentology and stratigraphy*. Second edition. Wiley-Blackwell : A John Wiley & Sons, Ltd., Publication 111 River Street, Hoboken, USA, 419p.
 5. Gerard V. M. (2003). *Encyclopedia of Earth Sciences Series : Encyclopedia of sediments and sedimentary rocks*. Edition Springer, Canada, 821p.
 6. Maurice E. T., 2003. *Sedimentary Rocks in the Field*. Third EDITION. Department of Geological Sciences University of Durham, UK. John Wiley & Sons Ltd, England, 234p.
 7. Thiry M., Koeniguer J-C., Menillet F. (1988). Les silicifications de surface : la typologie et les outils de leur interprétation. *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, Vol. 25, N°4, p. 5-14.
 8. Wise, S. (2003). Calcite compensation depth. In: *Encyclopedia of Sediments and Sedimentary Rocks* (Ed. Middleton, G.V.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht; 88–89.

Rhabdomyosarcome de l'iliopsoas : Localisation Exceptionnelle Chez une Femme de 65 Ans

Koffi-Tessio V.E.S

Oniankitan S.

Centre Hospitalier Universitaire Sylvanus Olympio, Lomé, Togo

Houzou P.

Centre Hospitalier Universitaire de Kara, Togo

Kakpovi K.

Centre Hospitalier Régional de Tomdè, Kara, Togo

Fianyo E.

Tagbor K.

Hôpital de Bè, Lomé, Togo

Oniankitan O.

Mijiyawa M.

Centre Hospitalier Universitaire Sylvanus Olympio, Lomé, Togo

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n14p64](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p64)

Submitted: 09 December 2020

Accepted: 05 March 2021

Published: 30 April 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

V.E.S K-T., Oniankitan S., Houzou P., Kakpovi K., Fianyo E., Tagbor K., Oniankitan O. & Mijiyawa M. (2021). *Rhabdomyosarcome de l'iliopsoas : Localisation Exceptionnelle Chez une Femme de 65 Ans*. European Scientific Journal, ESJ, 17(14), 64.

<https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p64>

Resume

Le rhabdomyosarcome est une tumeur maligne mésenchymateuse de l'enfant et de l'adolescent. Il représente 5% de l'ensemble des tumeurs solides à ces âges. Cette tumeur est rare chez l'adulte et exceptionnelle chez le sujet âgé. Les localisations les plus fréquentes sont la tête, le cou et l'appareil urinaire. Peu d'études rapportent des localisations rétropéritonéales et l'atteinte primitive du muscle iliopsoas a été exceptionnellement décrite dans la littérature. Les auteurs rapportent une nouvelle observation d'une patiente de 65 ans présentant un rhabdomyosarcome alvéolaire de l'iliopsoas gauche.

Mots-clés : Iliopsoas, Rhabdomyosarcome, Tumeur, Rétropéritoine

Rhabdomyosarcoma of the Iliopsoas: Exceptional Localization in a 65-Year Old Woman

Koffi-Tessio V.E.S

Oniankitan S.

Centre Hospitalier Universitaire Sylvanus Olympio, Lomé, Togo

Houzou P.

Centre Hospitalier Universitaire de Kara, Togo

Kakpovi K.

Centre Hospitalier Régional de Tomdè, Kara, Togo

Fianyo E.

Tagbor K.

Hôpital de Bè, Lomé, Togo

Oniankitan O.

Mijiyawa M.

Centre Hospitalier Universitaire Sylvanus Olympio, Lomé, Togo

Abstract

Rhabdomyosarcoma is a malignant mesenchymal tumor in children and adolescents. It represents 5% of all solid tumors at these ages. This tumor is rare in adults and exceptional in the elderly. The most frequent localizations are the head, the neck, and the urinary tract. Few studies reported retroperitoneal emplacements, and primary involvement of the iliopsoas muscle has been described exceptionally. This paper focuses on reporting a new observation of a 65-year-old patient with alveolar rhabdomyosarcoma of the left iliopsoas.

Keywords: Iliopsoas, Rhabdomyosarcoma, Tumors, Retroperitoneal

Introduction

Le rhabdomyosarcome (RMS) est une tumeur maligne d'étiologie indéterminée développée à partir du tissu musculaire strié squelettique caractérisé par son agressivité locorégionale, son évolution métastatique et son pronostic souvent défavorable (Arrob et al., 2018). Il est considéré comme une tumeur de l'enfance et de l'adolescence rarement retrouvée chez l'adulte et les personnes âgées (Desai et al., 2019). Les localisations préférentielles sont respectivement la région de la tête et cou, des voies génito-urinaires et les extrémités ; les localisations moins courantes comprennent le tronc, l'abdomen et surtout la région rétro-péritonéale (Tazi et al., 2000 ; Ognjanovic et al., 2009). Nous rapportons l'observation rarissime d'un RMS de l'iliopsoas chez une patiente de 65 ans vue en rhumatologie.

Observation

Il s'agissait d'une patiente de 65 ans admise pour une pyralgie gauche inflammatoire, d'installation progressive avec irradiation à la face antérieure de la cuisse homolatérale et évoluant depuis trois mois. Cette pyralgie devenue invalidante deux semaines avant l'hospitalisation ne s'accompagnait pas d'autres sites douloureux. Cette douleur évoluait dans un contexte fébrile avec amaigrissement sans porte d'entrée infectieuse. Dans ses antécédents, elle a été prise en charge en cardiologie 7 mois avant son admission pour une thrombose veineuse iliaque gauche sans facteur étiologique identifié. L'examen clinique a noté un état général altéré, une fièvre à 39°C, une attitude du membre inférieur gauche en psöitis, une palpation douloureuse de la fesse gauche avec signe de Patrick positif. L'examen digestif a révélé à la fosse iliaque gauche, une masse abdominale lisse, ferme, mate et douloureuse. Le rachis, le pelvis et les autres membres étaient sans douleur à la palpation. L'examen spléno-ganglionnaire, thyroïdien, pulmonaire, des seins et urogénital était strictement normal. Les hypothèses de sacroiliite infectieuse et de tumeur osseuse ont été évoquées. L'hémogramme a révélé une anémie microcytaire hypochrome (hémoglobine à 7,5 g/dl) et la vitesse de sédimentation globulaire était de 134 mm à la première heure. Il existait une hypercalcémie à 118 g/l, une hypokaliémie à 2,5 meq/l et une hypochlorémie à 83 mmol/l. La créatininémie était normale à 8 mg/l. Le scanner thoraco-abdomo-pelvien a objectivé une formation hypodense de 12 centimètres de diamètre au dépens de l'iliopsoas gauche avec un œdème périlésionnel. Cette lésion est associée à une lyse du sacrum et de l'os iliaque gauche (Figure 1) sans extension au thorax et au reste de l'abdomen. Un examen histopathologique a révélé un RMS alvéolaire de l'iliopsoas gauche (Figure 2). La patiente est décédée des suites des complications des troubles hydroélectrolytiques.

Discussion

Le RMS est le plus fréquent des sarcomes des tissus mous de l'enfant et de l'adulte jeune. Il représente 6.5% de toutes les tumeurs malignes en pédiatrie avec une incidence annuelle de 4 à 7 cas/millions d'enfants (Tazi et al., 2000). Il s'agit ainsi d'une tumeur infantile avec une prédilection du type histologique embryonnaire. Il apparaît rarement chez l'adulte et exceptionnellement chez le sujet âgé où le type alvéolaire semble plus fréquent (Van Gaal et al., 2012). C'est le cas de l'observation rapportée qui révèle un RMS alvéolaire chez une femme âgée. En effet, les sites couramment touchés sont la tête et cou, les voies génito-urinaires et les membres (Sultan et al., 2008). Cependant, chez les personnes âgées, une incidence plus élevée est observée dans les sites inhabituels tels que le tronc, la région périnéale et rarement le retropéritoine (Sultan et al., 2008). Sur le plan clinique, notre

patiente avait un antécédent récent de thrombophlébite gauche inexplicée ; cette affection cardiovasculaire pouvant parfois être révélatrice d'un RMS du psoas ipsilatéral (Upadhyay et al., 2017); d'où l'intérêt de la recherche rigoureuse et systématique d'un facteur étiologique devant une thrombose veineuse de membre. L'attitude du patient en psoïtis et la présence d'une masse à la fosse iliaque sont des éléments constamment retrouvées dans l'atteinte de l'iliopsoas avec extension locorégionale (Dhaou et al., 2012 ; Upadhyay et al., 2017). Le type histologique alvéolaire est surtout caractérisé par son agressivité régionale avec un risque de métastases (Shahin et al., 2015 ; Salunke et al., 2017). Le traitement consiste en une résection de la tumeur associée à une chimiothérapie. Généralement, le pronostic est bon pour les patients de moins de 15 ans, mais mauvais pour les adultes avec une mortalité élevée (Salunke et al., 2017).

Conclusion

Le rhabdomyosarcome de pronostic souvent sévère, bien que rare chez l'adulte et de localisation exceptionnelle à l'iliopsoas, ne doit pas être méconnu en cas d'une tumeur rétropéritonéale avec attitude en psoïtis chez un sujet âgé.

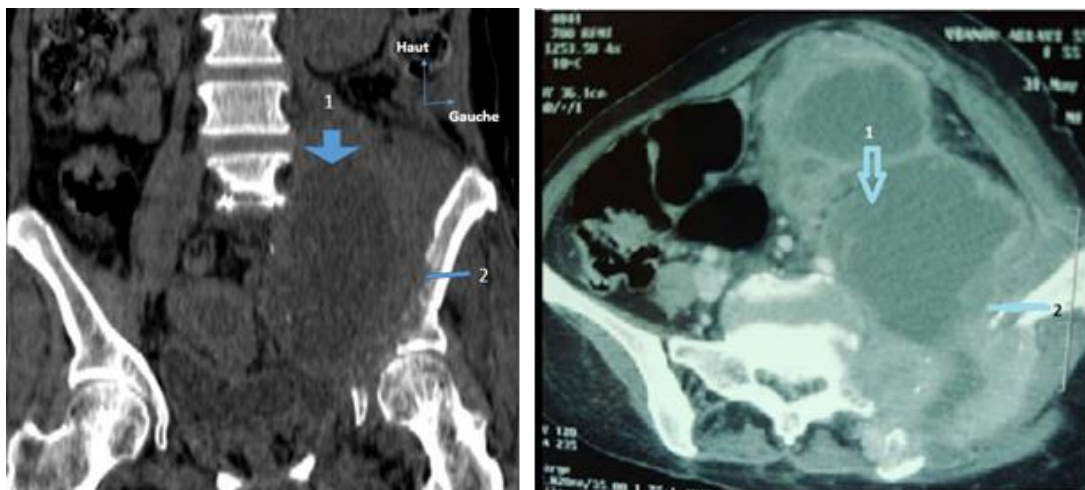


Figure 1. Masse hypodense développée au dépens de l'iliopsoas gauche (1) associée à une lyse du sacrum et de l'os iliaque (2)

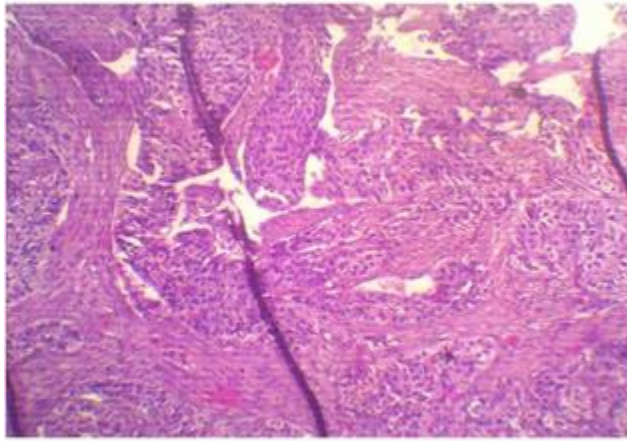


Figure 2. Aspect histologique du rhabdomyosarcome alvéolaire

References :

1. Arrob, A., Fiqhi, MK., N'diaye, A., El Khatib, K. & Abouchadi, A. (2018). Rhabdomyosarcome cranio-facial de l'adulte : un cas de mauvais pronostic. PAMJ;30:3.
2. Desai, KB., Mella, D., & Pan, E. (2019). An Adult Patient With Rare Primary Intracranial Alveolar Rhabdomyosarcoma. Anticancer Res. 2019;39:3067-70.
3. Dhaou, B., Aydi, Z., Baili, L., Boussema, F., Rokbani, L. (2012). Phlébite du membre inférieur révélant un rhabdomyosarcome du psoas chez une femme âgée. Rev francoph gériatr gérontol;19 : 237-238.
4. Ognjanovic, S., Linabery, AM., Charbonneau, B., & Ross, JA. (2009). Trends in childhood rhabdomyosarcoma incidence and survival in the United States, 1975-2005. Cancer;115:4218–26.
5. Salunke, AA., Shah, J., Gupta, N., & Pandit, J. (2017). Adult rhabdomyosarcoma: Multimodality management and results. J Cancer Res Ther;13:384.
6. Shahin, NA., Alqaisy, A., & Zheng, W. (2015). Primary alveolar rhabdomyosarcoma of fallopian tube masquerading as a unilateral adnexal mass: A case report and literature review. Indian J Pathol Microbiol. déc 2015;58:521-3.
7. Sultan, I., Qaddoumi, I., Yaser, S., Rodriguez-Galindo, C., & Ferrari, A. (2009). Comparing adult and pediatric rhabdomyosarcoma in the surveillance, epidemiology and end results program, 1973 to 2005: An analysis of 2,600 patients. J Clin Oncol; 27:3391-7.
8. Tazi, K., Moudouni, S., Koutani, A., Ibn Attaya, A., Hachimi, M. & Lakrissa, A. (2000). Rhabdomyosarcome paratesticulaire de l'adulte jeune. Prog Urol, 2000;10:469-472.

9. Upadhyay, AA. (2017). Rhabdomyosarcoma of the Iliopsoas: A Retroperitoneal Misdiagnosis. *Indian J Med Paediatr Oncol.* 2017 Jul-Sep; 38: 401-403.
10. Van Gaal, JC., Van Der Graaf, WTA., Rikhof, B., & Van Hoesel, QGCM., Teerenstra, S., Suurmeijer, AJH, et al. (2012). The impact of age on outcome of embryonal and alveolar rhabdomyosarcoma patients. A multicenter study. *Anticancer Res* Oct;32:4485-97.

Les contraintes socio-environnementales du manque d'eau potable au sein des villages Avikam du cordon littoral de Grand-Lahou (Côte d'Ivoire)

Dadi Reine Prisca

Doctorante en Sociologie de l'Environnement
Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n14p70](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p70)

Submitted: 06 February 2021

Accepted: 09 March 2021

Published: 30 April 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Prisca D.R. (2021). *Les contraintes socio-environnementales du manque d'eau potable au sein des villages Avikam du cordon littoral de Grand-Lahou (Côte d'Ivoire)*. European Scientific Journal, ESJ, 17(14), 70. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p70>

Resume

L'objectif du présent article est d'analyser les contraintes socio-environnementales qui font obstacle à l'accès à l'eau potable au sein des villages Avikam du cordon littoral de Grand-Lahou. Les contraintes ici représentent un ensemble de réalités naturelles, économiques, organisationnelles, matérielles et morales qui entravent le processus d'acquisition en eau potable. Cet article, s'inscrivant dans une approche qualitative, a mobilisé des techniques de recueils de données telles que : l'étude documentaire, l'entretien semi-directif, l'observation et l'échantillonnage. La méthode par choix raisonné a permis de sélectionner les 40 personnes enquêtées. Il ressort de cette étude que les contraintes socio-environnementales qui entravent l'accès à l'eau potable au sein des villages Avikam du cordon littoral de Grand-Lahou sont : le refus de l'État à investir à perte, l'attachement des populations à leur patrimoine ancestral, l'enclavement de l'espace, l'érosion côtière, l'absence de voie terrestre et la proximité des villages aux sources d'eau naturelles.

Mots-clés : Eau potable, contraintes socio-environnementales, milieu rural, sociologie de l'environnement

The Socio-Environmental Constraints of the Lack of Drinking Water in the Avikam Villages of the Coastal Barrier of Grand-Lahou (Ivory Coast)

Dadi Reine Prisca

Doctorante en Sociologie de l'Environnement
Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

Abstract

The objective of this article is to analyze the socio-environmental constraints that obstruct access to drinking water in the Avikam villages of the coastal barrier of Grand-Lahou. The constraints here represent a set of natural, economic, organizational, material and moral realities that hinder the process of acquiring drinking water. While subscribing to a qualitative approach, data collection techniques such as: documentary study, semi-structure interview, observation and sampling were used. The reasoned choice method made it possible to select the 40 resource people surveyed. It emerges from this study that the socio-environmental constraints which hinder access to drinking water in the Avikam villages of the coastal barrier of Grand-Lahou are, the refusal of the state to invest at a loss, the attachment populations to their ancestral heritage, the isolation of space, coastal erosion, lack of land and the proximity of villages to natural water sources.

Keywords: Drinking water, socio- environmental constraints, rural environment, sociology of the environment

Introduction

L'eau potable est une ressource essentielle dans le développement humain, économique et social de toute société. Vu l'intérêt que revêt cette ressource, l'Organisation des Nations Unies (ONU) s'est engagée à travers le sixième (6^{ème}) objectif du développement durable (ODD) à *garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau d'ici 2030* (ODD, 2015). À partir de cette conférence, la question de l'accès à l'eau potable va s'imposer comme une priorité pour tous les États du monde.

La Côte d'Ivoire, à l'instar des autres pays d'Afrique subsaharienne, avait déjà inscrit la question de l'approvisionnement en eau potable dans ses plans d'actions de développement. Cette insertion des questions hydrauliques a permis de structurer les besoins hydriques en trois sous-secteurs que sont : l'hydraulique urbaine (HU), l'hydraulique villageoise (HV) et l'hydraulique

villageoise améliorée (HVA) [Diabagaté *et al*, 2016]. Ainsi, pour s'inscrire dans la vision du sixième (6^{ème}) objectif des ODD, le gouvernement ivoirien a mis en place plusieurs programmes dont le programme d'hydraulique et d'assainissement pour le millénaire (PHAM), le programme «eau pour tous», le programme social du gouvernement etc. Ces programmes visent d'une part, à améliorer la desserte en eau de toutes les populations vivant sur le territoire ivoirien et d'autre part, à porter le taux d'accès à l'eau potable à 95% jusqu'en 2030 (ONEP, 2017). Le PHAM a permis la satisfaction hydrique de plus de cent cinquante mille (150 000) villageois des régions de l'Ouest ivoirien, la mise à niveau de treize (13) systèmes d'amélioration en eau potable (remplacement de canalisations, construction de nouvelles bornes fontaines etc.) et la réalisation de vingt-neuf (29) nouveaux systèmes d'Adduction en Eau Potable [AEP] (équipements et branchements électriques des forages, pose de canalisations etc.) [Marteau, 2017]. Quant aux autres programmes, ils ont permis au district d'Abidjan d'augmenter sa production en eau potable de 350 000 m³/j à 640 000 m³/j et aux chefs-lieux des régions de passer de 79 655 m³/j à 131 566 m³/j soit un apport de 51 911 m³. Quant aux villes de l'intérieur du pays, 44 localités ont bénéficié du renforcement de leur production en eau, 22 localités de l'extension de leurs réseaux hydrauliques, 25 localités de la mise en place d'Adduction en Eau Potable (AEP) et la réalisation de l'AEP de 13 nouvelles localités ont été finalisées. Le milieu rural a également bénéficié de la réhabilitation de 5 000 pompes à motricité humaine (PMH) et de la maintenance courante de 16 693 PMH. Au total, 21 000 pompes à motricité humaine ont été construites dans les zones rurales (Ministère de l'hydraulique, 2019). L'ensemble de ces réalisations susmentionnées a permis au pays d'obtenir un taux de couverture nationale en eau potable estimé à plus de 80% en fin 2018 (Tchagba, 2019). Le département de Grand-Lahou n'est pas resté en marge de ces programmes qui ont permis, de résorber les problèmes d'accès à l'eau potable par l'installation de plusieurs ouvrages hydrauliques que sont : un forage d'une grande capacité au sein de la commune de Grand-Lahou, des châteaux dans les sous-préfectures du département (un château par sous-préfecture) et des [HVA, HV]. dans plusieurs villages (Nogbou, 2018). Nonobstant les réalisations faites sur l'ensemble du territoire ivoirien et au sein du département de Grand-Lahou, certains milieux ruraux comme l'ensemble des dix (10) villages du cordon littoral du département de Grand-Lahou présentent toujours une vulnérabilité hydrique. Cette vulnérabilité est perceptible par l'inexistence d'ouvrages hydrauliques (HV, HVA) au sein de tous les villages et un nombre important de points d'eau traditionnels (puits, marigots) à ciel ouvert. Au regard de la situation hydrique susmentionnée, il est opportun d'essayer de comprendre pourquoi les villages du cordon n'ont pas été intégrés par les pouvoirs publics dans les différents projets hydrauliques réalisés. En d'autres

termes, quelles sont les contraintes socio-environnementales qui entravent la réalisation d'ouvrages hydrauliques au sein des villages du cordon littoral de Grand-Lahou ?

L'objectif du présent article est d'analyser les contraintes socio-environnementales qui entravent l'accès à l'eau potable au sein des villages Avikam du cordon littoral de Grand-Lahou.

1. Méthodologie

Les données utilisées ont été collectées de février 2017 à juin 2018 à Abidjan, à Dabou, à Grand-Lahou et au sein de quatre (4) villages Avikam du cordon littoral de Grand-Lahou que sont : Allèkèdon, Zagbalébé, Kokou et Lahou-Kpanda.

1-1. Zone de l'étude

Le département de Grand-Lahou est limité au Nord par le département de Tiassalé et celui de Divo, au Sud par l'Océan Atlantique, à l'Est par les départements de Jacqueline, de Dabou et de Sikensi, à l'Ouest par les départements de Guitry et de Fresco.

Cette étude s'est précisément déroulée au sein de quatre (4) villages choisis sur les dix (10) villages que compte le cordon littoral du département de Grand-Lahou ce sont : Allèkèdon, Zagbalébé, Kokou et Lahou-Kpanda (Carte 1).

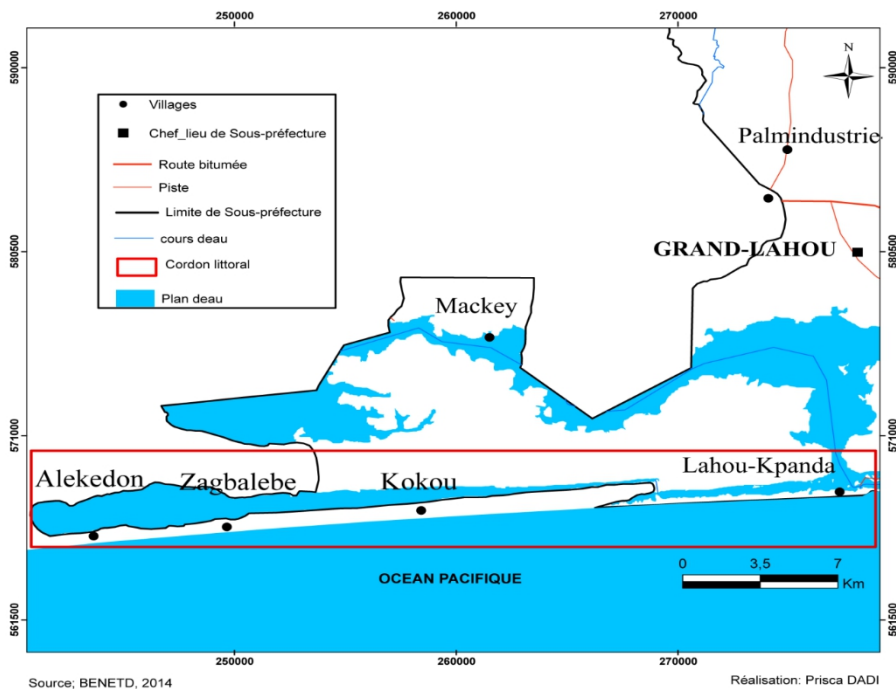


Figure 1 : Carte de localisation des 4 villages du cordon littoral Grand-Lahou

1-2. Techniques de collectes de données

Le présent travail s'est appuyé sur trois techniques de collecte de données que sont : la recherche documentaire, l'observation et l'entretien.

La recherche documentaire a permis de saisir le phénomène du manque d'eau potable sur ses aspects social, économique, environnemental et sanitaire par l'exploration de la littérature en rapport avec la thématique en étude et à faire l'état des différents aspects ayant déjà été abordés par d'autres chercheurs.

L'observation a consisté à répertorier l'ensemble des points d'eau traditionnels (puits, marigots) existants dans chaque village. De cette observation, il ressort que les villages d'Allèkèdon, de Zagbalébé et de Kokou avec des populations estimées respectivement à 377, 518 et 1 628 personnes (INS, 2014), ne disposent que d'un seul puits traditionnel par village. Par contre, à Lahou-Kpanda chaque ménage possède un point d'eau traditionnel. Les points d'eau des villages du cordon littoral sont tous à ciel ouvert, positionnés pour la plupart à proximité des lagunes, avec des alentours humides, insalubres et distants de 500 m à 1 km des villages. Ensuite, l'eau contenue dans ces ouvrages traditionnels a une coloration variable (jaunâtre, rougeâtre, verdâtre, noirâtre, marron). Enfin, tous les points d'eau ne subissent aucun traitement tel que la chloration qui consiste à utiliser des produits chlorés (javel, pastille de chlore, les comprimés) afin d'éliminer tous les microorganismes avant toute consommation.

Quant à l'entretien, il a été mené selon la technique d'interview-centrée avec les parties prenantes. Il s'agit de la Société de Distribution d'Eau de Côte d'Ivoire (SODECI), de l'Office National de l'Eau Potable (ONEP), des collectivités territoriales (la Direction régionale de l'Hydraulique Humaine [DRHH], le conseil régional des Grands ponts, la préfecture de Grand-Lahou, les sous-préfectures et la mairie de Grand-Lahou), des institutions internationales (la Banque Africaine de Développement [BAD], l'Organisation Mondiale de la Santé [OMS], le Fonds des Nations Unies pour l'Enfance [UNICEF]) et les personnes ressources des quatre (4) villages (les chefs de villages, les notables, les propriétaires terriens et les sages) afin de recueillir des informations sur leur niveau d'implication et de responsabilité dans l'approvisionnement en eau potable. L'entretien s'est fait par thématiques ; il a été conduit au tour de trois axes :

- l'état des lieux de l'eau potable en milieu rural ivoirien et sur le cordon littoral de Grand-Lahou ;
- les contraintes socio-environnementales qui entravent l'extension du réseau hydraulique jusqu'au sein du cordon littoral ;
- les conséquences socio-environnementales et sanitaires qui en découlent.

1-3. Technique d'échantillonnage

La technique d'échantillonnage adoptée est l'échantillonnage par choix raisonné. Cette technique consiste pour le chercheur, à sélectionner une partie représentative de la population cible qui sont des personnes ressources. Cet échantillonnage prend en compte les personnes-ressources des structures internationales, nationales et rurales. La répartition de l'échantillon s'est faite de la manière suivante : dix-huit (18) personnes-ressources au sein des structures nationales et internationales et vingt-deux (22) responsables au niveau des villages, soit un total de 40 personnes interrogées.

1-4. Traitement des données

Le traitement des données a débuté par le dépouillement manuel, qui a consisté à regrouper les réponses identiques se rapportant à un même caractère afin de rendre possible la description, l'analyse et l'explication de la problématique de l'accès à l'eau potable au sein des villages du cordon littoral de Grand-Lahou. La méthode d'analyse des données mobilisées par ce travail de recherche est l'analyse du contenu qui est *«un ensemble de techniques de recherche permettant de décrire tout le contenu d'une communication en vue d'en déduire de manière logique des connaissances sur l'émetteur du message ou sur l'environnement »* (Albarello *et al*, 1995). Cette méthode a permis d'analyser le contenu du discours des enquêtés sur les contraintes qui entravent l'accès à l'eau potable au sein des différents villages.

2. Résultats

Les résultats de cette étude révèlent l'existence de deux catégories de contraintes que sont : les contraintes sociales et les contraintes environnementales.

2-1. les contraintes sociales du manque d'eau potable au sein des villages du cordon littoral de Grand-Lahou

Cette catégorie est constituée de deux sous-contraintes à savoir, le refus de l'État d'investir à perte et l'attachement des populations à leur patrimoine ancestral.

2-1-1. Le refus de l'État d'investir à perte

En Côte d'Ivoire, les projets d'accès à l'eau potable et à l'assainissement ont été initiés en faveur de tous les milieux ruraux depuis les années 1970. Ainsi, lors des échanges avec les responsables administratifs sur les logiques sociales qui pouvaient expliquer le manque d'eau potable au sein des villages du cordon littoral de Grand-Lahou jusqu'à présent, un enquêté a affirmé. : *«Chère madame, en Côte d'Ivoire c'est l'État qui décide de quelle localité doit être prise en compte dans un projet en fonction de leur intérêt et*

ceux des partenaires au développement qui les accompagnent dans la réalisation desdits projets. Concernant le cordon, c'est un espace que l'érosion ronge progressivement depuis les années 1970 et qui va disparaître si aucune solution n'est trouvée. D'ailleurs, les projets planifiés n'ont souvent jamais tous abouti parce qu'ils nécessitent de gros moyens qui dépassent parfois le budget à eux alloué. Vu les dégâts de l'érosion et les menaces qui s'amplifient d'années en années c'est très compliqué ». De cette déclaration, on s'aperçoit que l'idéologie selon laquelle « le cordon va disparaître » qui s'est transmise d'une administration à une autre depuis 1970 à nos jours, dissimule le refus d'investir à perte de la part de l'État ivoirien et ses partenaires au développement. En effet, l'érosion manifeste sur le cordon littoral peut occasionner des investissements à perte en raison des dégradations inhérentes à la corrosion et à la forte brise de mer qui détruit tout sur son passage. Cette réalité a entraîné la marginalisation, voire l'exclusion du cordon littoral de presque tous les projets qui ont trait au développement (l'eau potable, l'électrification et l'équipement sanitaire) par les pouvoirs publics malgré les répercussions socio-économiques et sanitaires néfastes auxquelles ces populations peuvent-être exposées.

On peut retenir que, l'idéologie de la disparition du cordon transmise d'une administration à une autre depuis plusieurs décennies a entraîné le refus des structures étatiques d'investir à perte.

2-1-2. L'attachement des populations à leur patrimoine ancestral

Le cordon littoral de Grand-Lahou est un espace qui abritait l'ancienne ville historique et coloniale de Grand-Lahou créée vers 1910 sur la base d'un village Avikam (Hamaji, 2016). Avec les menaces de l'érosion, la ville a été déplacée dès 1971 et les autorités administratives ont demandé aux populations des villages du cordon littoral de migrer sur un autre site pour éviter les impacts de l'érosion côtière afin de bénéficier d'infrastructures modernes. À ce sujet, un enquêté dit ceci : *« On n'a pas besoin de nous demander d'abandonner nos origines pour des infrastructures qu'on n'est même pas sûr d'avoir. Il y a des villages qui sont de l'autre côté mais qui n'ont pas d'eau potable. L'eau potable est importante pour nous et nos enfants mais la conservation de notre identité culturelle est meilleure. Dans tous les cas, tout le monde sur terre est appelé à mourir mais en partant, préserve ta culture pour ta descendance ; donc nous sommes là ».* Ces propos montrent le désaccord des populations du cordon littoral depuis des décennies, à effectuer tout déplacement, qui pourrait les éloigner de leur héritage et de leur identité culturelle auxquels elles sont fortement attachées. Pour les populations du cordon littoral, quitter cet espace, c'est quitter : leurs origines, leurs dieux, leurs ancêtres, leur sable et leur mer avec lesquels elles ont un lien très étroit. Malgré la dégradation de leur espace par l'érosion côtière et la présence

constante de maladies hydriques telles que : la fièvre typhoïde, la diarrhée et le choléra, rester sur leur terre demeure essentiel pour les Avikam du cordon littoral.

2-2. Les contraintes environnementales du manque d'eau potable au sein des villages Avikam du cordon littoral de Grand-Lahou

Au sein des villages Avikam du cordon littoral de Grand-Lahou, il existe un ensemble de sous-contraintes environnementales qui entravent l'accès à l'eau potable. Ce sont : l'enclavement de la zone, la proximité des villages des sources naturelles d'eau, l'absence de voie terrestre et l'érosion côtière.

2-2-1. L'enclavement de la zone

L'enclavement caractérise la fermeture ou l'isolement d'un espace. Le cordon littoral est un espace situé entre la lagune et l'océan Atlantique. Son positionnement fait qu'il n'est pas accessible par voie terrestre. À la question de savoir pourquoi le cordon littoral manque toujours d'eau potable, un enquêteur affirme : « *Madame voyez-vous que le cordon littoral est un endroit très enclavé coupé du reste du pays ! Ils sont encore à l'époque préhistorique. Concernant le manque d'eau potable, les structures en charge de l'eau ne savent même pas qu'ils existent bien que ces villages regorgent d'une très grande population. Quand un endroit est très enclavé, il ne peut bénéficier d'un quelconque développement* ». De ces propos, il ressort que le cordon est un espace trop enclavé. Cet enclavement entraîne une méconnaissance réciproque entre les structures en charge de l'eau potable et les populations rurales et une sorte de rétractation des populations au point de ne mener aucune action véritable qui pourrait aboutir à un changement hydrique. L'isolement de cette zone fait qu'elle est moins privilégiée quand il s'agit de projets de développement par les structures étatiques qui préfèrent des espaces désenclavés. L'enclavement de cette zone bloque toute promptitude des structures étatiques ivoiriennes à solutionner les problèmes d'accès à l'eau potable que vivent les populations depuis plusieurs décennies.

2-2-2. La proximité des villages des sources naturelles d'eau

Elle consiste pour les villages à être trop proches des sources d'eau que sont la lagune, le fleuve Bandama et l'océan Atlantique (photo1). Malgré ce vaste patrimoine hydrique, les villages ne possèdent pas d'ouvrages hydrauliques. Pour expliquer ce manque d'eau potable, un responsable administratif affirme : « *Les villages du cordon sont très proches de l'eau (la mer et la lagune), ce qui fait que dans un premier temps l'eau est salée. Ensuite tu creuses juste 1 à 2 m tu as de l'eau, l'eau est en sub-surface. De plus, la mer d'ici est très agitée au point où elle détruit tout sur son passage surtout*

l'acier donc elle peut détruire les pompes sans problème. C'est tous ces éléments qui font que l'accès à l'eau potable là-bas est très difficile». Le positionnement de cette bande de terre fait que l'eau souterraine est en fine-surface et possède une forte concentration en chlorure de sodium (NaCl). Or l'installation d'ouvrages hydrauliques nécessite une profondeur variant de (10 à 60m et plus) pour une installation durable et une eau souterraine non saline (Tonga, 2018). La proximité des villages à l'océan Atlantique entraîne des destructions de résidences, de fer et d'acier par la forte brise de mer. Cette situation contraint ainsi la plupart des populations à faire des constructions en bois.

Retenons de cette partie que la proximité des villages des sources naturelles d'eau a provoqué l'intrusion de l'océan Atlantique dans l'eau souterraine en la modifiant en une eau saline impropice à l'installation d'ouvrages hydrauliques qui nécessitent une eau souterraine potable.



Photo 1 : La proximité des villages des sources d'eaux naturelles
Source : Notre archive 2015

2-2-3. L'absence de voie terrestre

Le cordon littoral est un espace social positionné entre la lagune et l'océan Atlantique. On n'y a accès uniquement que par voie lagunaire ou maritime. Les moyens pour y accéder sont : les hors-bords (pirogue à moteur), le bac ou les pirogues artisanales (photo2).



Photo 2 : Hors-bord pour accéder au cordon littoral
Source : Notre archive 2015

L'absence de voie routière pour avoir accès au cordon littoral est un fait, évoqué par la plupart des autorités départementales et régionales quant au transport du matériel hydraulique. À cet effet, le propos d'un enquêté vient exposer la difficulté pour accéder au cordon littoral de Grand-Lahou. *« C'est vraiment difficile de se rendre sur le cordon littoral, le bac se limite sur la grande île. Quant aux hors-bords, ils ne peuvent pas transporter un matériel hydraulique pour un HVA donc c'est ce qui est le problème ici »*. On constate qu'il n'y a pas de voie terrestre pour accéder au cordon littoral de Grand-Lahou comme le traduit ce propos. Alors que, la route permet les transactions, les échanges de biens, de services et le transport de matériels pouvant servir à la construction de plusieurs infrastructures modernes telles que : les ouvrages hydrauliques, sanitaires et électriques. Or, dans le cas des villages du cordon littoral, l'absence de voie terrestre limite toute possibilité à l'obtention d'HV, d'HVA et de châteaux ; à cela s'ajoute l'absence d'électricité qui est indispensable à l'installation d'ouvrages hydrauliques tels que : les HVA et les châteaux.

2-2-4. L'érosion côtière

L'une des principales contraintes environnementales mentionnées tout au long de cette étude par l'ensemble des parties prenantes (structures étatiques et populations rurales) est l'érosion côtière. L'érosion côtière est une perte de la terre au profit de la mer, elle a de graves conséquences socio-économiques et environnementales. À ce sujet, un enquêté déclare ceci : *« Normalement les villages du cordon ne devraient pas manquer d'infrastructures modernes telles que : l'eau potable, l'électricité, les plages, les espaces paradisiaques etc. Ce lieu devait être un lieu touristique qui drainerait beaucoup de monde »*

comme Bassam. Mais c'est l'érosion côtière depuis les années 1970 qui a mis le cordon dans cette situation. L'érosion côtière a détruit l'ancienne ville, les bâtiments coloniaux et tout ce qu'elle renfermait. Actuellement même certaines tombes sont englouties allez-y à Lahou-Kpanda, vous verrez que la mer est proche des habitations elle avance à grands pas en détruisant tout sur son passage ». À travers ces propos, on peut affirmer que l'érosion a plongé le cordon dans un retard socio-économique et culturel tout en inondant l'ancienne ville de Grand-Lahou et tous les sites historiques dont elle regorgeait après la colonisation qui faisait de Grand-Lahou un espace attractif. L'érosion côtière a décimé toutes les plantations de cocoteraies et même une partie du cimetière qui représente un lieu sacré protégé où reposent les ancêtres protecteurs. La présence de l'érosion côtière au sein du cordon littoral menace la stabilité des villages et demeure le principal obstacle à la réalisation d'infrastructures modernes (l'eau potable, électricité etc.).

3. Discussion

La question de la disponibilité des populations en eau potable est un problème de souveraineté nationale à travers le monde. Il semble que cette situation de manque d'eau potable abordée dans la présente recherche est récurrente dans certains milieux et caractérise la zone de recherche. Pour comprendre les déterminants de cette problématique dans les villages Avikam du cordon littoral, la présente étude a essayé d'aborder les pistes suivantes :

3-1. Les contraintes sociales du manque d'eau potable

Au sein des villages Avikam, les structures étatiques développent des idéologies telles que : la disparition du cordon et le refus des populations de changer de site pour expliquer la vulnérabilité hydrique existante. Cependant, ces idéologies dissimulent des contraintes sociales que sont : le refus de l'État d'investir à perte et l'attachement des populations à leur patrimoine ancestral qui entravent l'accès à l'eau potable. Ces résultats corroborent celui de Kam (1998) qui estime qu'à Tanda, en dépit de l'existence d'ouvrages hydrauliques, les populations continuent de s'approvisionner en eau par le biais des sources traditionnelles. Les populations justifient cet abandon des forages par le fait qu'ils ont été réalisés près des forêts sacrées, classées et des cimetières qui sont des lieux de cultes et d'adorations par excellence. Pour elles, fréquenter donc ces endroits serait profaner l'esprit des ancêtres fondateurs du village. La réalisation de ces ouvrages ne tient pas compte des réalités culturelles de ces populations d'où leur abandon au profit des sources traditionnelles. Cette idée sera renchériée par Farah (2003) qui pense que l'échec de nombreux projets de développement en Afrique en général et dans le domaine de l'accès à l'eau potable en particulier est dû à la non prise en compte d'éléments culturels des sociétés où les projets sont implantés. Par

ailleurs, l'auteur estime que les décisions sur les sites des projets sont prises au sommet par des personnes étrangères au milieu et qui ne maîtrisent pas trop les us et coutumes de la collectivité qui est censée en bénéficier. Cette réalité explique le manque d'eau potable au sein de certains milieux ruraux. Il ressort de ces études que la non prise en compte des aspects culturels est une contrainte sociale qui peut occasionner le manque d'eau potable en milieu rural. Berton (2010) quant à elle aborde l'inorganisation des structures en charge de l'accès à l'eau potable comme contrainte sociale du manque d'eau potable. Elle affirme que plusieurs programmes et projets ont été initiés par le Congo afin de résoudre les problèmes d'accès à l'eau potable malgré le manque de schéma directeur des services de l'hydraulique. Après la remise des ouvrages aux bénéficiaires sans disposition sur la prise en charge des points d'eau par les utilisateurs, la plupart des pompes installées ne sont plus fonctionnelles. Ce qui n'as pas permis de freiner la dégradation de la situation sanitaire des populations, due aux maladies hydriques et une faible proportion des populations rurales ayant l'accès à l'eau potable. Selon l'auteur, malgré l'importance de ses potentialités hydriques, la République Populaire du Congo est en situation de pénurie d'eau potable tant en villes qu'en milieu rural. Les problèmes d'eau et d'assainissement touchent non seulement les paysans congolais, mais aussi ceux d'autres pays en développement. L'analyse de ces différents articles révèle l'existence d'ouvrages hydrauliques qui ont été soit abandonnés dans certains milieux en raison de la non prise en compte de certains aspects culturels dans leur construction ou soit dégradés par manque de politique hydrique pouvant permettre leur pérennisation. Le cas des villages Avikam est particulier puisqu'en dépit de l'attachement des populations à leur identité culturelle et à la terre de leurs ancêtres, il y a le refus des structures étatiques ivoiriennes à faire des investissements sans rentabilité sur un espace impacté par des contraintes environnementales.

3-2. Les contraintes environnementales qui entravent le manque d'eau potable

Le manque de l'eau potable au sein des villages Avikam du cordon littoral de Grand-Lahou peut s'expliquer par la présence d'un certain nombre de contraintes environnementales que sont : l'enclavement de la zone, l'absence de voie terrestre, la proximité des villages des sources naturelles d'eau et l'érosion côtière qui font obstacle à tout processus d'installation d'ouvrages hydrauliques. Ces résultats sont similaires à celui réalisé par Dégbey(2008) dans l'arrondissement de Toviklin au Bénin. Dans son article, l'auteur fait l'état de ce que les problèmes d'approvisionnements en eau potable que connaît la commune de Toviklin, sont dues à la diversité de nature géologique de la zone ; à la difficulté du plan hydrogéologique ; à la limitation de la nappe de la région et à certaines profondeurs du sous-sol. L'ensemble de

ces irrégularités au niveau du sous-sol peut expliquer le tarissement précoce de plusieurs points d'eau traditionnels dans la région et la difficulté à obtenir de l'eau potable. Ces irrégularités au niveau du sous-sol constituent des contraintes environnementales qui entraînent les problèmes d'accès à l'eau potable. Cette réalité est également mentionnée dans les travaux de Djedji (2011) réalisés dans la commune de Lalo au Bénin ; il affirme que les problèmes d'accès à l'eau potable sont imputables aux accidents tectoniques du sol qui nécessitent plus de moyens financiers et de disponibilité. À cette première difficulté, s'ajoute l'impraticabilité des pistes des localités de cette partie de la commune de Lalo, ce qui rend l'implantation d'ouvrages hydrauliques difficile, voire impossible. Foe (2019) quant à lui, aborde l'impact des changements climatiques sur l'accès à l'eau potable. Selon l'auteur, les effets néfastes des changements climatiques sont perceptibles à travers le tarissement des points d'eau et les inondations des espaces, des déchets alimentaires, industriels et fécaux qui par la suite se déversent dans les cours d'eau en polluant les eaux souterraines et les eaux dites potables. Les changements climatiques influent sur la quantité et la qualité de l'eau. De ce qui précède, on peut affirmer que les contraintes environnementales sont des réalités naturelles qui rendent l'accès à l'eau potable dans certains milieux, difficile voire impossible.

En somme, on peut retenir que l'existence de contraintes socio-environnementales dans un espace entraîne le manque d'eau potable, qui a des répercussions socio-économiques et sanitaires néfastes sur les populations.

Conclusion

La présente étude a permis de mettre en exergue le manque d'eau potable en corrélation avec des contraintes socio-environnementales au sein des villages Avikam du cordon littoral. Au terme de ce travail, on peut affirmer qu'il existe deux (2) catégories de contraintes qui font obstacle à l'accès à l'eau potable au sein desdits villages dans le département de Grand-Lahou. La première catégorie appelée contraintes sociales est constituée : du refus de l'État d'investir à perte et l'attachement des populations à leur terroir. Quant à la deuxième catégorie dénommée contraintes environnementales, elle comprend l'enclavement de la zone, la proximité des villages aux sources naturelles d'eau, l'absence de voie terrestre et l'érosion côtière. L'ensemble de ces contraintes rend l'accès à l'eau potable difficile, voire impossible au sein des villages Avikam du cordon littoral de Grand-Lahou. Malgré la présence de ces contraintes, l'État peut mettre en place des stratégies telles que :

- ✓ le rapprochement des structures étatiques en charge de l'eau aux populations rurales afin de faciliter les échanges et les sensibilisations ;

- ✓ la sensibilisation pratique de la population sur la nécessité d'entretenir les points d'eau existants dans les différents villages ;
- ✓ la sensibilisation sur comment conserver et faire bouillir l'eau de boisson avant consommation ;
- ✓ la transformation des puits traditionnels en puits modernes ;
- ✓ la distribution gratuite des produits (javel, pastille de chlore, les comprimés etc.) de façon mensuelle pour éliminer tous les microorganismes pouvant exposer à des maladies hydriques.

L'ensemble de ces stratégies va réduire les maladies hydriques et permettre aux populations rurales d'avoir accès à une eau potable, propre et salubre comme l'indique la convention de l'assemblée générale de l'ONU (ONU, 2010).

References :

1. Albarello L., Digneffe F., Hiemaux J.P., Maroy C., Ruquoy, D. & Pierre de S.G., (1995). Pratiques et méthodes de recherche en sciences sociales, *Armand collin, Paris*, pp. 112-139.
2. Berton Y.O., (2010). L'approvisionnement en eau des populations rurales au Congo-Brazzaville, *Les Cahiers d'Outre-Mer* [En ligne], 249 | Janvier-Mars 2010, mis en ligne le 01 janvier 2013, consulté le 07 février 2021. URL:
<http://journals.openedition.org/com/5838>; DOI:
<https://doi.org/10.4000/com.5838>. Pp.7-30.
3. Dadi P,(2020) Carte de localisation des 4 villages du cordon littoral Grand-Lahou, thèse de doctorat unique en sociologie,source BNED 2014, 74p.
4. Dégbey D., (2008). Problèmes d'approvisionnement en eau potable dans l'arrondissement de Toviklin, *Université d'Abomey Calavi-Maîtrise en Géographie et aménagement du territoire, En ligne www.memoireonline.com*, pp. 26-70.
5. Diabagaté A., Konan G.H. & Koffi A., (2016). Stratégies d'approvisionnement en eau potable dans l'agglomération d'Abidjan (Côte d'Ivoire), *Géo-Eco-Trop.*, 4 : 345-360.
[http ://jjwww.geoecotrop.be](http://jjwww.geoecotrop.be).
6. Djedji T.M., (2011). Gestion et contraintes géographiques des points d'eau communautaires en milieu rural dans la commune de Lalo Université d'Abomey Calavi (UAC)-Maîtrise. En ligne www.memoireonline.com, pp 23-59.
7. Farah F., (2003). Population, traditions and développement in western Côte-d'Ivoire. *In une science pour l'humanité. Centre de recherche pour le développement international, ID 39209, Ottawa (Canada)*.

8. Foe B.J., (2019). Changement climatique, accès à l'eau potable et santé publique : entre réalités et perspectives en Afrique. *Institut de Recherche Socio Anthropologiques (IRSA/UCAC), Article académique*, pp. 6-9.
9. Hamaji Magazine, (2016). Grand-Lahou, entre deux flots, une fenêtre ouverte sur l'histoire, *en ligne*. www.hamajimagazine.com, p1.
10. INS, (2014). Recensement Général de la Population et de l'Habitat, Résultat globaux, *Archive des données du département de Grand-Lahou*, 22 p.
11. Kam O., (1998). Problématique de la gestion des infrastructures d'hydrauliques dans les projets d'approvisionnement du milieu rural en eau potable, Ed. *Université Félix-Houphouët-Boigny-Abidjan. In www.revue-sociologique.org. Sites. Defaut.files*, pp 5-12.
12. Marteau M., (2017). 1^{er} projet d'adduction d'eau potable d'envergure en côte d'ivoire ; *en ligne* www.vergnet-hydro.com, p1
13. Ministère de l'hydraulique, (2019). Projets réalisés de 2011 à 2019, *en ligne hydraulique. Gouv.ci*, pp. 9-12.
14. Nougou J., (2018). Rapport bilan de la SODECI de Grand-Lahou, 25 p.
15. ODD, (2015). Les 17 Objectifs de développement durable et leurs 169 cibles, *en ligne* www.globalcompact-France.org –documents-les 17. 7 p.
16. ONEP, (2017). Présentation du projet eau pour tous, en ligne, www.onep.ci *présentation-programme-eau*, p1.
17. ONU, (2010). L'Assemblée « reconnaît » le droit à l'eau potable comme un droit fondamental, www.un.org. *Press.AG1097.doc.htm*, p3.
18. Tchagba L., (2019). *Programme social du Gouvernement volet hydraulique, en ligne* psgouv.ci, p1.
19. Tonga T., (2018). Plan d'installation des ouvrages hydrauliques, 50 p.



Comparative Analysis of Agricultural Incomes from Organic and Conventional Farming Systems in North Benin: Case of the Municipality of Tanguieta

*Paul S. Hountondji
Silvère D. Tovignan
Ricardo L. Hountondji
Haroll Kokoye*

Faculty of Agronomy, University of Parakou, Republic of Benin

Christian S. Adjiba

Laboratory of Analysis and Research on Economic and Social Dynamics (LARDES), Department of Rural Economics and Sociology, Benin

*Régina D. Bonouzin
Stanislas A. Koussahoue
Fanyiou Jonas*

Faculty of Agronomy, University of Parakou, Republic of Benin

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n14p85](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p85)

Submitted: 31 December 2020

Accepted: 04 March 2021

Published: 30 April 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Hountondji P.S., Tovignan S.D., Hountondji R.L., Kokoye H., Adjiba C.S., Bonouzin R.D., Koussahoue S.A. & Jonas F. (2021). *Comparative Analysis of Agricultural Incomes from Organic and Conventional Farming Systems in North Benin: Case of the Municipality of Tanguieta*. European Scientific Journal, ESJ, 17(14), 85.

<https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p85>

Abstract

It is likely that Goals 2, 14, and 15 of the Sustainable Development Goals (SDGs) will never be achieved if organic farming remains economically less profitable than conventional farming. This study was aimed at making a comparative analysis of the economic performance of organic and conventional farming systems. The data were collected from 36 organic and 39 conventional farmers, by individual interviews using semi-structured questionnaires. Descriptive, economic performance indicators and ordinary least square (OLS) regression analysis were used. The results show that the cotton farming activity remains economically more profitable in organic systems, despite the technical constraints of farming. In combination with

cotton, corn and soybeans are more profitable in organic systems than conventional. Moreover, level of prosperity, distance from home to cotton farms are positively related to conventional farming system income at 1% and 5% level of significance. Agricultural assets, contact with extension agents, experience in organic farming, secondary activity is positively related to organic system income at 1%, 5%, and 5% level of significance; whilst the household size and the cotton acreage are negatively related to organic system income at 1% and 5% level of significance. It would then be necessary to continue and intensify the programs of diffusion of the best organic cultivation practices to the farmers whatever their experience in organic and to be more interested in corn and soy crops.

Keywords: Farming, Farm gross income, Organic, Conventional, Tanguieta

Introduction

The cotton sector represents the basis of the rural economy in Benin. It contributes to the formation of the GDP to the tune of 13% and about 70% of the total value of exports and 35% of tax revenues (excluding customs) (Ton & Wankpo, 2004). In Benin, the socio-economic role played by cotton is very considerable, being a source of employment and a generator of income for most farms (Degla, 2012; Dossa et al., 2018; Hermann et al., 2016).

Despite the enormous efforts made by the Government and its partners for its development, this sector has been facing several difficulties in recent years. Indeed, in addition to fluctuations in global costs, other increasingly persistent internal handicaps have led to a drastic drop in farming in recent years. These include, in particular the decline in soil fertility, climatic hazards, phytosanitary problems, insufficient technical supervision for farmers, and dysfunctions within professional families operating in the sector (OBEPAB, 2002; Ton & Wankpo, 2004). Three farming systems can be identified in the cotton sector, namely conventional cotton, organic cotton, and cotton with established targeted control. The first two are the most important with a preponderance of conventional cotton (Matthess et al., 2005). Organic cotton excludes the use of any chemicals for soil fertility management and pest control. In terms of cultivation practices, the organic system presents specificities that can constitute a threat or an opportunity for the financial and social profitability of the activity. Organic cotton farming has benefits for the farmer and for the nation. In practice, it does not use chemical fertilizers and pesticides; fertilization is provided through crop rotation, use of potting soil, waste palm oil, animal manure, and weeds (Houndekon, 2013). Many questions have always been asked about the economic benefit of organic farming, although organic farming offers many benefits to agricultural farmers, the environment, and human health. It can even be said that the most

economically advantageous agriculture between organic and conventional agriculture depends on the region where the farming takes place and on the control of cultivation practices by the farmers themselves. Because, when some authors have favorable arguments for organic farming from an economic, technical, and even ecological point of view (Eyhorn et al., 2011; Krause & Machek, 2018; Tovignan et al., 2018), many other authors argue that it is rather conventional agriculture that offers the most economic benefits (Brookes & Barfoot, 2012; Finger et al., 2011; Forster et al., 2013). It is even noted that organic farming continues to come up against technical constraints relating to the poor organization and exploitation of farming techniques. The area of this study is no exception. Organic farmers' experience farming-related difficulties, particularly in the mobilization of agricultural inputs (organic manure and fertilizers). Farmers of the organic system sow in small areas compared to those of the other system (Danus, 2020); and they do not easily spread their organic fertilizers over large areas. At this rate, one wonders if the farming of the organic farming system is more profitable than the conventional one in this area. Moreover, if this is not the case, SDGs 2, 14, and 15 will probably never be achieved. It would then be important to carry out investigations in this study area. Most of the studies conducted in the cotton sector were related to the economic and financial profitability of organic and conventional cotton cultivation and the comparative analyzes of the economic performance of the two systems (Degla, 2012; Dossa et al., 2018; Finger et al., 2011; Forster et al., 2013; Houndekon, 2013; Krause & Machek, 2018; Paraïso et al., 2012; Tovignan et al., 2018; Vognan et al., 2017). Some of these studies have shown that organic agriculture is more economically profitable than conventional agriculture (Houndekon, 2013; Tovignan et al., 2018), while others have shown the opposite (Finger et al., 2011; Forster et al., 2013). It has been shown that yields from organic farming will gradually increase and improve as farmers master the new technology (Houndekon, 2013). It would seem then that experience in organic farming is a very important factor in improving economic results.

In general, in Benin, studies comparing the two systems show several shortcomings. This concerns, for example, the failure to take into account the number of years of adoption of organic farming in the choice of the farmers surveyed; failure to consider other crops associated with organic and conventional cotton. This study was carried out taking into account the experience of organic farmers and other crops in the farming system in rotation with cotton. It expands the literature on:

- the comparative analysis between the two farming systems (conventional and organic) by making it possible to know whether the organic farmers experienced in organic farming have higher economic performance or not than those in conventional farming;

- crops that offer better economic performance in association with organic and conventional cotton.
- It will then make it possible to orient agricultural policies in the direction of promoting organic farming in general and the choice of crops to be combined with cotton.

Materials and Methods

Presentation of the study area: Municipality of Tanguieta

The commune of Tanguieta is located in the north-west of the department of Atacora and covers an area of 5,456 km². Included between 10 ° 37 'and 11 ° 46' North Latitude and 01 ° 07 'and 02 ° East longitude, it is limited to the North by the Pendjari, to the South by the municipalities of Toucountouna and Boukoubé, to the West by the municipalities of Materiel and Cibly and in the East by the municipalities of Kérou and kouandé. The municipality brings together 39 villages or city districts spread over five (5) districts. The climate is of the Sudano-Sahelian continental type with a rainy season that goes from May to November and a dry season that lasts around four months (from November to May). The temperature varies throughout the year between 15 ° C and 35 ° C. Rainfall is abundant in August and September, with rainfall ranging from 800 mm to 1100 mm.

Study sampling

Selection of the study village and heads of household

The criteria for choosing the village are: the presence of organic farming (certified) and its year of introduction (at least 4 years), physical accessibility in any season of the year and the number of households practicing organic or conventional cotton, the difficulties encountered by farmers are technical (organic fertilizers and farming practices). Thus, discussions with extension agents and research enabled the selection of the village of Batia in the commune of Tanguieta. The unit of observation in the case of this study is the head of household producing organic or conventional cotton. The random sampling technique was used for the selection of households to be sampled. Thus, the census of all cotton-producing households was carried out in each village. Thanks to the exhaustive list of identifying households, an overall sampling rate of 31% was applied. Thus, 75 heads of household were surveyed: 36 organic cotton farmers and 39 conventional cotton farmers.

Types of data collection and data collection method

For the verification of the research hypotheses, the following data were collected:

The socioeconomic and demographic characteristics of the farmers: gender, age, level of education, literacy, household size, number of agricultural workers, number of years of experience in organic farming, etc.

Crop farming (cotton and others): areas sown, cropping history, quantity, and price of inputs (seeds, biopesticides, mineral fertilizers, synthetic chemical pesticides, organic manures, etc.), cropping operations, types and quantity of labor work, the quantity of cotton produced and its selling price. The data were collected via semi-structured questionnaires during individual interviews.

Data analysis

To analyze the profitability of cotton farming systems, using Excel and SPSS V 21 software, variable farming costs as well as gross margins; gross incomes, gross products were calculated by the type of cotton and for rotation crops, associated with cotton.

Concept of economic performance

The concept of performance can have a multitude of meanings. It can be linked to notions of effectiveness and efficiency (Sonnentag & Frese, 2002). It can also be defined as the level of achievement of results in relation to the efforts committed and the resources consumed. This definition emphasizes what one seeks to achieve ultimately and corresponds to the definition given by the OECD: "the performance or results of activities carried out in the context of pursuing objectives. Its purpose is to increase the number of cases in which public authorities achieve their objectives" (OCDE, 2005). Performance is also understood as the ability of a company to achieve its objectives (Grüning, 2002). In this study, the last two definitions will be taken into account; which is, the capacity of companies in terms of achieving their goals. There are several types of performance: financial, social, organizational, societal, and economic. Economic performance is considered in this study and is equated with economic profitability (Gbede et al., 2018). In fact, on farms, from an economic point of view, the objectives pursued are the maximization of profit and the minimization of farming costs (Echaudemaison et al., 2017). Thus, farmers seek to be profitable, and this is how they profit from their activities. Several indicators have been used by several authors on profitability or economic performance: gross and net margins, productivity working averages; benefit-cost ratios, etc. (Degla, 2012; Dossa et al., 2018; Gbede et al., 2018; Paraíso et al., 2012; Tovignan et al., 2018). Two indicators are taken into account in this study: gross margin (MB) and gross income (RB). To assess system margin and gross income, it is important to estimate farming costs in advance.

Evaluation of farming costs

The variable costs (CV) of farming vary according to the farming volumes. In the study, they include the costs of inputs (organic manure, biopesticides, mineral fertilizers, chemical pesticides), occasionally hired labor, and other costs (transport, food given to agricultural workers during their service). The variable costs are expressed in FCFA / ha.

Calculation of economic performance indicators

To assess the economic performance of farmings (organic and conventional farming systems), the gross margin (MB) and gross income (RB) indicators were calculated. The gross margin represents the operator's gain after all current expenses (variable costs) have been covered.

$-MB = PBV - CV$ (Darbelet and Laugine., 1990); MB (FCFA/ha), PBV (FCFA/ha) and CV (FCFA/ha)

The gross product (PBV) corresponds to the yield (Rdt) multiplied by the unit selling price (PU).

$-PBV = Rdt * PU$ (Darbelet and Laugine., 1990); Rdt (FCFA/ha) and PBV (FCFA/ha).

Gross income is the sum of the gross margins of all crops in a farming system of the study.

$RB = \sum MB$ (gross margins) i ; with i representing all the system crops.

Significance test between cotton types and other rotation crops

In order to compare the costs and performance indicators of the two cotton farming options and the associated crops on each of the farms (conventional versus organic), Student's T-test was carried out with SPSS V 21. This test makes it possible to assess the significance of the differences between the calculated indicators. Student's t law is used to test the statistical significance of the estimated parameters. It comes that:

Hypothesis test

Ho: $\rho = 0$ against H1: $\rho \neq 0$ with $\rho =$ correlation coefficient

We calculate:

$$t^* = \frac{\hat{b}_i - b^*}{S(\hat{b}_i)} \rightarrow$$

t (n - k); that is, the Student's t statistic of the degree of freedom n-k, with n = sample size and k = number of parameters estimated in the regression model (including b0). The software used gives us the value of t * and the probability of significance.

If / t * / < t (n-k; 1- α / 2), then we accept H0,

If / t * / > t (n-k; 1- α / 2), then we accept H1.

With: - α is the significance level. Which is equal to 5%.

t (n-k; 1- α / 2) is the t read from the statistical table. The t read is equal to 1.96 for $\alpha = 5\%$.

Method for estimating the determinants of the economic performance of organic and conventional farms

To identify the determinants of the economic performance of organic and conventional farms, multiple regressions represented by ordinary least squares (OLS) were employed, because of the continuous nature of the dependent variable "farm income from the farm". This method was used by (Sodjinou et al., 2015; Tovignan et al., 2018) in the analysis of the determinants of the profitability of organic and conventional cotton in Benin.

Therefore, the empirical model of simple regression is of the form:

$$Y_i = \beta X_i + \mu_i$$

Where Y_i is the dependent variable (gross income from the organic or conventional system);

X_i : the vector of the explanatory variables that are the Socio-economic and institutional factors presented in Table 1;

μ_i : vector of error terms;

β : the vector of the parameters to be estimated

Table 1: Description of the variables introduced into the model to estimate the determinants of both systems

Variables	Measures	Expected signs
Age	Continuous variable	±
Gender	Binary variable (1 = Male, 0 = Female)	±
Level of prosperity	Binary variable (1 = Prosperous, 0 = others)	+
Primary level	Binary variable (1 = Yes, 0 = no)	+
Possession of secondary activity	Binary variable (1 = Yes, 0 = no)	+
Access to formal credit	Binary variable (1 = Yes, 0 = no)	±
Household size	Continuous variable	±
Agricultural assets	Continuous variable	+
Contact with extension agents	Binary variable (1 = Yes, 0 = no)	+
Total available acreage	Continuous variable	±
Cotton acreage	Continuous variable	+
Experience in organic cotton farming	Continuous variable	+
Distance home - cotton farm	Continuous variable	±

Results

Socio-economic and demographic characteristics of households

Gender and age of heads of household

Figure 1 shows the distribution by gender of the heads of household in the different types of farms. Men (57.57% against 41.93% of women) head the majority of households surveyed. Women are more represented on organic farms than men (67.74% of households surveyed in this option are headed by women). The low representativeness of women on conventional farms (i.e. 16.12%) compared to organic ones can be explained by the fact that in conventional farming, women very often depend on men for the acquisition of inputs and the marketing of cotton., while in the organic, women are more autonomous in the management of their farms. The average ages of the heads of household of the different types of conventional and organic farms are 40 (± 12.18) and 43.8 (± 13.25) years respectively (Table N ° 2).

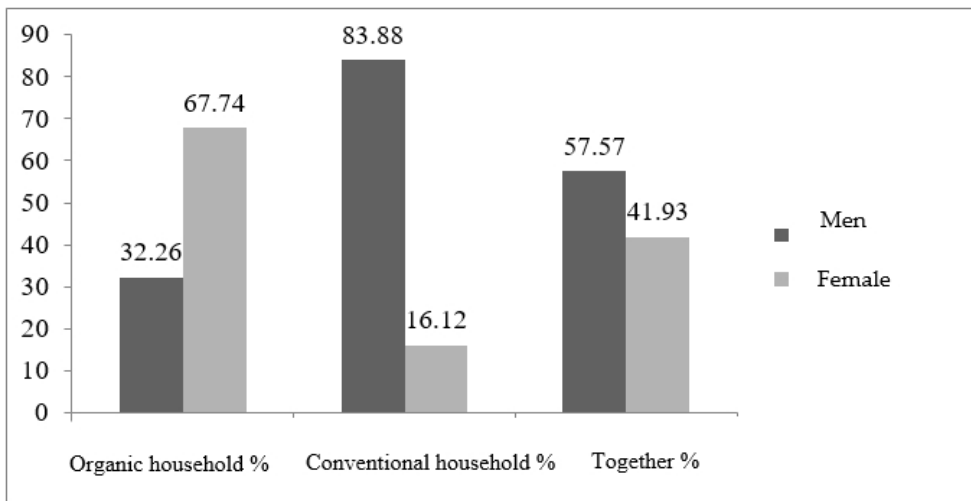


Figure 1: Distribution by gender of heads of households according to cotton types

Educational attainment and literacy

Table 2 indicates that the average level of education of heads of household is 2.35 (\pm 2.98) and 0.77 (\pm 2.15) years for households of conventional and organic types, respectively. The difference between these two means is significant at the 1% level. Furthermore, overall, only 29.04% of the heads of households surveyed are educated and 8.07% are literate (Figure N ° 2). The percentages of educated and literate heads of household are higher within conventional households.

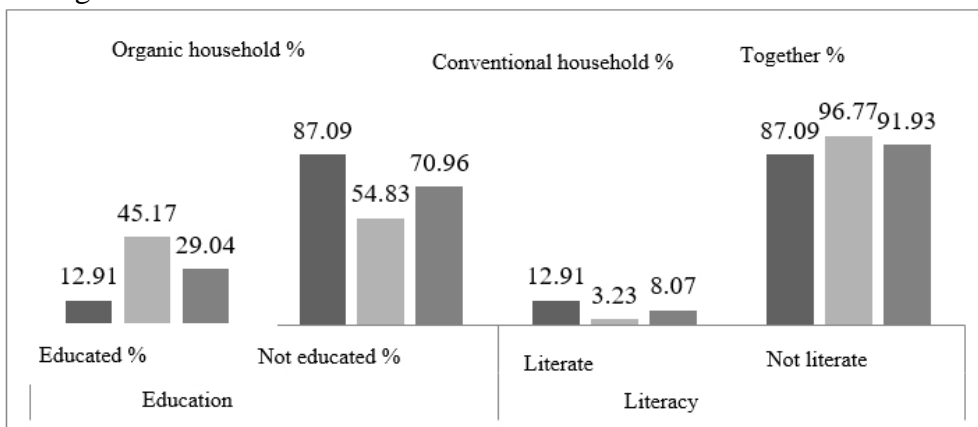


Figure 2: Percentages of educated and literate according to the types of cotton

Household size and number of agricultural workers

Table 2 indicates that the households of conventional and organic systems have an average size of 6.54 (\pm 3.47) and 7.48 (\pm 5.47) people respectively. The average number of agricultural workers is higher among organic households (or 4,032 workers). In addition, farmers in the organic

system receive more visits from extension agents than those in the conventional system. This response to government efforts to protect the environment and ensure the health of agricultural farmers.

Table 2: Characteristics of the households surveyed from the two farming systems

Characteristics	Conventional system	Organic system
Age	40,00 (12,182) **	43,80 (13,257) **
Educational level	2,35 (2,98) ***	0,774 (2,15) ***
Household size	6,548 (3,472)	7,484 (5,476)
Number of agricultural workers	3,806 (2,040)	4,032 (2,858)
Experience in cotton farming	9,968 (5,128) **	6,226 (3,127) **
Experience in organic cotton farming	0	4,613 (1,283)
Field-house distance	4,47(2,74)****	2,27 (1,72) ****
Available acreage	5,82 (2,57)*	3,86 (3,51)*
Cultivated acreage	4,86 (2,94)**	3,11 (2,72) **
Cotton acreage	2,14 (1,31)**	1,38 (1,282) **
Prosperity classes	Conventional system (%)	Organic system (%)
Very poor	15	15
Poor	15	20
Rich	40	32,50
Prosperous	30	32,50

Source: SyproBio Survey, 2014, () = Standard deviation; ** = Significant difference at the threshold 5%, ***=significant at the threshold of 1%, *= significant at the threshold of 10%.

Distance between cotton fields and houses, total available acreages, and the acreages of cotton cultivated

Conventional households sow more acreages than organic ones. According to Table 2, the total available area is 5.82 Ha (+/- 2.57) against 3.86 Ha (+/- 3.97) for organic, with a significant difference at the 10% threshold. In addition, the total cultivated acreage is respectively 4.86 Ha (+/- 2.94) and 3.11 Ha (+/- 2.72) for the conventional and organic system with the cultivated acreage of cotton which represents almost half. The difference between the acreages of the systems is significant at the 5% threshold. The distance between the cotton field and the house is greater in the conventional system (4.47 km) than the organic (2.27 km) with a significant difference at a threshold of 1%.

The level of the prosperity of the households surveyed by the systems

The classification of households surveyed by the qualitative method of Barbara Grandin (Grandin, 1988), shows that 32.5% of households in the organic system are prosperous against 30% for the conventional. On the other hand, 35% of organic households are at the poorest against 30% for conventional.

Analysis of farming costs for organic and conventional farms

The results of the study show that households in the conventional system spend a lot on the acquisition of chemical inputs (fertilizers, pesticides, and herbicides) than organic farms which use organic inputs (compost, biopesticides) (Table 3). The conventional farms have the higher variable costs which are around 250,000 FCFA per average cultivated area of the conventional system and 54,000 FCFA for organic with a significant difference at the 1% threshold. This is explained by the fact that the average costs of the purchase of seeds, fertilizers, and pesticides, are significantly higher than those of organic farms with a significant difference threshold of 1% (Table 3). Organic farms make much more use of family labor in their farming activity and therefore minimize variable farming costs.

Tableau 3: Comparison of the variable farming costs of both conventional and organic systems.

Costs	systems	Means	Standard-deviation	Student t test
Fertilizer	conventional	106120,96	92414,31	4,693***
	organic	16229,98	25127,72	
Pesticide	conventional	37216,94	141775,83	4,502***
	organic	4782,42	4147,66	
Salaried workforce	conventional	37654,17	29828,43	1,377
	organic	23891,73	21909,08	
Seed	conventional	10670,26	9801,91	4,816***
	organic	6041,07	4555,04	
Variables costs	conventional	246101,00	193890,57	4,586***
	organic	53294,71	48451,90	

Source: SyproBio survey, 2014, () = Standard deviation; *** = Significant (threshold 1%).

Analysis of gross income and gross margin of different crops produced in two types of system

Table 4 shows that all crops in rotation with cotton have a positive average gross margin. This means that the crops are economically profitable regardless of the conventional or organic system. In comparison, cowpea offers a higher gross margin in the conventional system with a gross margin of around 98,877 FCFA / ha versus 96,870 FCFA/ha in the organic system. The same results were found for maize farming gross margin, which is 197069 FCFA / ha for the conventional system and 146 061 FCFA / ha for the organic system. Unlike cowpeas and maize, other crops such as cotton and soybeans offer higher gross margins in the organic system. In addition, organic cotton farming is more profitable than conventional cotton farming (99,923 FCFA / ha against 76,297 FCFA). This is related to farming costs (variable costs) which are lower in the organic system.

Regarding the gross income, the analysis of Table 4 shows that the gross income is positive for both the organic and the conventional systems. This gross income is higher for the organic household (104,464 (+/- 162,977) FCFA / Ha than for the conventional household (115,441 (+/- 89,602) FCFA / Ha). The student's t-test reveals that the difference between the average gross income of organic farms and that of conventional farms is significant at the 10% threshold. This trend is normal because the gross margins of crops in the system are higher in the organic system. It has been noted that farmers in organic systems do not use large areas for cultivation: an average of two (2) hectares for farmers in organic systems compared to 9 hectares on average for farmers in conventional systems.

Table 4: Gross margins and gross incomes of rotation crops of a conventional and organic system

Cultures	Types of operations	Average gross margin (FCFA/ha)	Test t
Cotton	Conventional	76297 (62127)	-1,71*
	Organic	99923 (57788)	
Corn	Conventional	197069 (408528)	1,254*
	Organic	146061 (112199)	
Sorghum	Conventional	136772 (114661)	0,539
	Organic	150662 (106868)	
Soy	Conventional	165335 (124374)	0,648*
	Organic	192820 (143143)	
Cowpea	Conventional	98877 (95583)	0,149
	Organic	96870 (74075)	
	Types of operations	Gross income	Test t
Gross income from both systems (FCFA/ha)			
Gross income from systems (FCFA / Ha)	Conventional	104464 (162977)	1,877*
	Organic	115441 (89602)	

Source : SyproBio Survey, 2014 ; ()=Ecart-type ; ***= Significant (seuil 1%) ; **= Significant (seuil 5%) ; *= Significant (seuil 10%).

Determinants of agricultural income from organic and conventional farms

The analysis of Table 5 shows that the regression models estimated for the determination of the factors that influence the agricultural income of the organic and conventional farming systems in the commune of Tanguiéta are valid and significant at the 1% level (Prob> F = 0.0015 for the organic against Prob> F = 0.0001 for the conventional). The adjusted R² obtained from the regression models for the organic and conventional system are 0.4485 and 0.5004, respectively. Thus, the variation of the variables introduced into the models explains respectively 44.85% of the variation of the dependent

variable “agricultural gross income of the organic system” and 50.04% of the variation of the dependent variable “agricultural gross income of the conventional system”. Table 5 highlights the determinants of the agricultural income of the organic system, which are: the level of prosperity of the household, possession of secondary activity, the size of the household, the agricultural asset, the contact with the extension, the cotton acreage, the total acreage available and experience in organic cotton farming. The determinants of the agricultural income (gross income) of the conventional system are household prosperity level, distance from home to the cotton farm, and the gender of the farm manager.

Table 5: The estimate of the model for identifying the determinants of agricultural income from organic and conventional farms

1.	Variables (organic income)	2.	beta coefficients	3.	Test t	4.	P> t	
5.	Level of prosperity	6.	0,360**	7.	2.33	8.	0.027	
9.	Primary level	10.	-0,108	11.	-0.79	12.	0.436	
13.	Secondary activity	14.	0,425***	15.	3.33	16.	0.002	
17.	Access to formal credit	18.	0,106	19.	0.77	20.	0.447	
21.	Household size	22.	-1,041***	23.	-3.28	24.	0.003	
25.	Agricultural assets	26.	0,846***	27.	3.36	28.	0.002	
29.	Contact with extension agents	30.	0,344**	31.	2.43	32.	0.022	
33.	Total available acreage	34.	0,537*	35.	2.01	36.	0.054	
37.	Cotton acreage	38.	-0,366**	39.	-2.25	40.	0.032	
41.	Experience in organic cotton farming	42.	0,358**	43.	2.54	44.	0.017	
45.	Model validation test	46.	Number of observation = 39; F(10, 28) = 4,09***;			47.	Prob > F = 0,0015 ; R ² Adjusted= 0,4485	
48.	Variables (conventional income)	49.	beta coefficients	50.	Test t	51.	P> t	
52.	Level of prosperity	53.	0,352***	54.	3.06	55.	0.004	
56.	Distance home - cotton farm	57.	0,333**	58.	2.13	59.	0.041	
60.	Gender	61.	-0,251*	62.	-1.81	63.	0.082	
64.	Literacy	65.	-0,155	66.	-0.92	67.	0.367	
68.	Access to formal credit	69.	-0,121	70.	-0.73	71.	0.470	
72.	Agricultural assets	73.	-0,040	74.	-0.23	75.	0.819	
76.	Total available acreage	77.	-0,188	78.	-0.71	79.	0.484	
80.	Cotton acreage	81.	0,389	82.	1.38	83.	0.178	
84.	Model validation test	86.	Number of observation = 40; F (8, 32) = 6.01***			87.	Prob > F = 0.0001 ; R ² adjusted = 0.5004	

Source: SyproBio survey, 2014; *** = Significant (threshold 1%); ** = Significant (threshold 5%); * = Significant (threshold 10%); dependent variable= gross income of the conventional and organic farming systems.

Indeed, the variable "the level of prosperity of the head of household" has a positive and significant effect at the respective thresholds of 5% and 1% on the agricultural income of organic and conventional systems. This means that the increase in the level of prosperity of the head of the household leads

to a rise in the agricultural gross income of the households for both types of systems. This can be explained by the fact that a prosperous household has the financial means to meet the costs of agricultural farming and to be rational.

The variable "Possession of secondary activity" has a positive and significant influence at the 1% threshold on the agricultural gross income of the household in the organic system. This means that when a head of household has a secondary activity, his agricultural gross income increases. This could be explained by the fact that secondary activity generates income which increases the overall household income and therefore the household's productive resources. Thus the farmer can easily invest in the factors of farming (labor, inputs, etc.).

The variables "Household size" and "Cotton acreage" have negative and significant effects on the agricultural gross income of the household of the organic system at the thresholds of 1% and 5%, respectively. Thus, when these variables increase by 1%, agricultural income decreases by 1.041 and 0.366 respectively. This can be explained by the fact that very few members of the household are agricultural workers, and therefore do not contribute to fieldwork. This confirms the positive effect of the variable "agricultural assets" on the agricultural gross income of the household of the organic system at the 1% threshold. So when the household's farm assets grow by 1%, gross income increases by 0.846. This is because assets contribute to agricultural activities in order to reduce labor costs. On the other hand, the negative sign of the cotton acreage in an organic system can be explained by the fact that the activities of cotton farming are difficult and require a lot of care from the farmers. Thus, an increase in its acreage would generate additional costs and labor, which can be difficult to cover and which can decrease farms' income. However, the variable "total available acreage" has a positive and significant effect at the 10% threshold on the agricultural income of households in the organic system. So when the available land area of the household increases by 1%, agricultural income increases by 0.537. This can be explained by the fact that the available area allows farmers to practice crop rotation and fallow techniques in order to maintain and improve the level of soil fertility which has a positive effect on crop yields.

The variables "Experience in organic cotton farming" and "Contact with extension agents" positively and significantly influence the agricultural income of organic households at the 5% level. This means that when these variables increase by 1%, farm income also increases. This increase in income is 0.358 for the variable experience in the organic system. These influences can be explained by the fact that experience allows farmers to use these acquired skills to make their operations profitable, while the contact with extension agents allows them to acquire training on new farming practices in order to minimize risks and improve their returns.

In addition, the variable “Gender = man” has a negative and significant effect at the 10% threshold on the agricultural income of households in the conventional system. This means that when the head of the household is a woman, agricultural income increases. This is explained by the fact that women only cultivate small areas which maintain it well.

Distance from home to cotton farms has a positive and significant effect at the 5% threshold on the agricultural income of households in the conventional system.

Discussion

Organic farming is an activity that attracts women farmers of Benin and helps to resolve the inequality between men and women in terms of access to land. The study shows a large proportion of women in the organic system because women in this system have the possibility of having their own fields to practice agriculture. This result is consistent with the research results of (Sodjinou et al., 2015); but it is not consistent with those of (Elepu & Ekere, 2009) which show that there are more women in conventional agriculture. This difference is explained by the socio-economic realities of each country and by the policies for the advancement of women in various countries.

The socio-demographic characteristics show that farmers who practice organic farming are older than those of conventional farming. This is consistent with the results of (Krause & Machek, 2018), and is explained by the fact that older people have more experience in agriculture and understand that it is important to adopt organic farming to protect their environment and their health while young farmers ignore or trivialize the disadvantages of conventional agriculture.

The results of the study demonstrate once again that organic farming is more profitable than conventional farming (Elepu & Ekere, 2009; Tovignan et al., 2018), and this despite the constraints encountered by agricultural farmers of the organic system. The economic advantage of the organic system is related to the farming costs of organic farming, which are lower than those of conventional farming. Farmers who adopt the conventional system bring in enough items such as chemical fertilizers, pesticides, labors. These elements increase farming costs and give a comparative advantage to the organic system (Eyhorn et al., 2011; Forster et al., 2013).

Crops rotated with cotton show an advantage to both corn and soybean crops. These results are consistent with those of (Eyhorn et al., 2011; Forster et al., 2013) who showed an economic benefit when corn and soybean crops are rotated with cotton. These results also confirm the study by (Adjiba et al., 2019) which showed that the net margin for organic corn is positive and higher in the organic system. Indeed, these authors demonstrate that corn and soybean crops in an organic system are more profitable in organic systems. The

explanations can be summed up in that organic farming uses less labor and this favors the two other crops (corn and soybean).

The conventional households display the highest cultivated areas. Organic cotton farmers are therefore small farmers in terms of the total area cultivated compared to those producing conventional cotton. They find it difficult to spread, for example, organic fertilizers over large areas and to carry out phytosanitary treatments easily on a large scale.

Regarding the factors that influence the economic performance of organic and conventional systems, some of the determinants found corroborate with the factors found by (Hountondji et al., 2018) who revealed that factors such as possession of secondary activity, the distance between home and farm, total cultivated area, contact with extension agents, level of fertility, size of livestock and crop rotation with legumes are the determinants of the economic efficiency of organic cotton farming in northern Benin. Some of these factors are also confirmed by the study of (Tovignan et al., 2018) who analyzed the determinants of the profitability of organic cotton in the North and Center of Benin. In addition, the study of Bonou-zin (2012) in the same areas found that the level of soil fertility, access to credit, gender, and the level of education of the farmers positively influence the efficiency of organic cotton technique.

Conclusion

Organic farms have a positive income which shows that they are economically profitable. They also produce with a lower farming cost than farmers of a conventional system. As a result, they have better economic performance than conventional ones. In addition, with the application of organic premiums on food crop prices, the gross income of organic farms will be better than that of conventional farms. Despite the many constraints encountered by organic growers, the activity is more profitable than conventional agriculture regardless of the angle of analysis considered. But much remains to be done in the field of organic agriculture, as the areas shown for organic farming are still low, and to ensure food security, strategies for large-scale farming should be found. In addition to the problems of areas allocated to this agriculture, it is necessary to continue with awareness campaigns so that viable crops (that is to say that give positive gross margins in association with cotton in organic farming) are promoted (corn and soy). Thus, the determinants of the agricultural income of the organic system are the level of prosperity of the household, possession of secondary activity, the size of the household, the agricultural assets, the contact with the extension, the cultivated area of cotton, the total available area, and experience in organic cotton farming. The determinants of the agricultural income in the conventional system are the level of prosperity of the household, the distance between the house and the cotton farm, and the gender of the farm manager.

However, it would then be necessary to continue and intensify programs to disseminate best organic farming practices to farmers while taking into account the factors identified.

Author Contributions: All authors contributed equally to this article; they have read and agreed to the published version.

Funding: The authors gratefully acknowledge the financial support received from the SyproBio institute in 2014.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflicts of interest.

References:

1. Adjiba, C., S, T., Hountondji, S., P., Tovignan, D. S., Kirabe, G., B, A., & Yabi, J. A. (2019). Analyse comparative des performances économiques de la production du maïs dans les exploitations conventionnelle et biologique au nord et centre du Bénin—Slire. <http://www.slire.net/document/2529>
2. Brookes, G., & Barfoot, P. (2012). The income and production effects of biotech crops globally 1996–2010. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.4161/gmcr.20097>
3. Danus, P. (2020). Un outil d'aide à la décision au service de l'agroécologie : Les pratiques de conservation et de fertilisation du sol appliquées au village de Kotopounga dans la commune de Natitingou au Bénin. <https://matheo.uliege.be/handle/2268.2/10038>
4. Degla, K., P. (2012). Rentabilité économique et financière des exploitations cotonnières basées sur la Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols et des Ravageurs au Nord-Bénin-Slire. <http://www.slire.net/document/1746>
5. Dossa, F., Todota, C., Miassi, Y., & Abdel-Aziz, A. (2018). Analyse comparée de la performance économique des cultures de coton et de maïs au Nord-Bénin : Cas de la commune de Kandi. *International Journal of Current Advanced Research*, 1, 118-130.
6. Echaudemaison, C., D., Soin, R., Joubert-Mellet, G., Leblanc, O., Bazureau, F., Chartoire, R., Faugere, J.-P., Bosc, S., & Cendron, J.-P. (2017). Dictionnaire d'économie et de sciences sociales | Dictionnaires thématiques | Éditions NATHAN. <https://www.nathan.fr/catalogue/fiche-produit.asp?ean13=9782091503110>
7. Elepu, G., & Ekere, W. (2009). Competitiveness of Cotton in Organic and Conventional Production Systems in Uganda.

9. Eyhorn, F., Mahesh, R., & Mäder, P. (2011). The viability of cotton-based organic farming systems in India : *International Journal of Agricultural Sustainability* : Vol 5, No 1. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14735903.2007.9684811>
10. Finger, R., El Benni, N., Kaphengst, T., Evans, C., Herbert, S., Lehmann, B., Morse, S., & Stupak, N. (2011). A Meta Analysis on Farm-Level Costs and Benefits of GM Crops. *Sustainability*, 3(5), 743-762. <https://doi.org/10.3390/su3050743>
11. Forster, D., Andres, C., Verma, R., Zundel, C., Messmer, M., & Mäder, P. (2013). Eprints biologiques—Rentabilité économique des systèmes de production à base de coton biologique par rapport aux systèmes de production conventionnels à base de coton dans un essai sur le terrain à long terme en Inde. <https://orgprints.org/24836/>
12. Gbede, R., T., Biaou, P., D., kinkpe, T., A., & Yabi, J. (2018). Performances technico-économiques comparées des systèmes traditionnel et moderne d'étuvage du riz dans les communes de Gogounou et Banikoara au Nord-Bénin. 8, 103-114.
13. Grandin, B. (1988). *Wealth Ranking in Smallholder Communities : A Field Manual*. Practical Action Publishing.
14. Grüning, M. (2002). *Performance-Measurement-Systeme : Messung und Steuerung von Unternehmensleistung*. Deutscher Universitätsverlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-663-08089-3>
15. Hermann, M. B., Moumouni, I., & Tokore Orou Mere, S. B. J. (2016). Contribution à l'amélioration des pratiques paysannes de production durable de coton (*Gossypium hirsutum*) au Bénin : Cas de la commune de Banikoara. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(5), 2401. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v9i5.12>
16. Houndekon, V. (2013). Analyse des systèmes de production du coton biologique et du coton conventionnel au Bénin.
17. Hountondji, S. P., Tovignan, D. S., & Sodjinou, E. (2018). Analyse de l'efficacité économique de la production du coton biologique équitable au Bénin *Analysis of the economic efficiency of organic cotton production in Benin*. 27-38.
18. Krause, J., & Machek, O. (2018). A comparative analysis of organic and conventional farmers in the Czech Republic. *Agricultural Economics*, 64 (2018)(No. 1), 1-8. <https://doi.org/10.17221/161/2016-AGRICECON>
19. Matthes, A., Akker, E., Van Den, Chougourou, D., & Midingoyi, S. (2005). Compétitivité et durabilité de cinq systèmes culturels cotonniers dans le cadre de la filière.

- https://www.researchgate.net/publication/259998982_Competitivite_et_durabilite_de_cinq_systemes_cultureaux_cotonniers_dans_le_cadre_de_la_filiere
20. OBEPAB. (2002). Le Coton au Bénin : Rapport de consultation sur le coton conventionnel et le coton biologique au Bénin—Slire. <http://www.slire.net/document/1371>
 21. OCDE. (2005). Moderniser l'État—OCDE. <https://www.oecd.org/fr/gov/moderniserletat.htm>
 22. Paraiso, A., Yabi, J., SOSSOU, A., Wallis, N., & Yegbemey, R. (2012). Rentabilité économique et financière de la production cotonnière a ouaké au Nord-ouest du Bénin. *Ann. Sc. Agro.*, ISSN 1659-5009, 16, 91-105.
 23. Sodjinou, E., Glin, L. C., Gyan, N., Tovignan, D. S., & Hinvi, J. (2015). Socioeconomic determinants of organic cotton adoption in Benin, West Africa | SpringerLink. <https://link.springer.com/article/10.1186/s40100-015-0030-9>
 24. Sonnentag, S., & Frese, M. (2002). Performance Concepts and Performance Theory. In *Psychological Management of Individual Performance* (p. 1-25). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/0470013419.ch1>
 25. Ton, P., & Wankpo, E. (2004). Projet d'analyse d'une spéculation agricole par pays, financé par le programme « Renforcement des capacités commerciales » de la F.I.P.A.(Fédération Internationale des Producteurs Agricoles). 56.
 26. Tovignan, D. S., Sodjinou, E., Glin, L. C., Hinvi, J., Bonou-zin Dossi, C. R., Koussahoué, S., & Nicolay, G. L. (2018). Analyse des déterminants de la rentabilité du coton biologique et conventionnel au Bénin (Journal Paper N° 1). *International Journal of Innovation and Scientific Research*. <https://orgprints.org/34703/>
 27. Vognan, G., Glin, L., Bamba, I., Ouattara, B. M., & Nicolay, G. (2017). Analyse comparative de la rentabilité des systèmes de production de coton biologique, conventionnel et transgénique au Burkina Faso. 13.

Trends in Poisoning and Bites among Patients Referred to the Limbe Regional Hospital, South-West Cameroon

Daniel Brice Nkontcheu Kenko

Anna Ewang Mekone

Jacob Mugri Ekaineck

Zoology Laboratory, Department of Zoology and Animal Physiology,
Faculty of Science, University of Buea, Cameroon

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n14p104](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p104)

Submitted: 17 November 2020

Accepted: 15 March 2021

Published: 30 April 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Nkontcheu Kenko D. B., Mekone A.E. & Ekaineck J.M. (2021). *Trends in Poisoning and Bites among Patients Referred to the Limbe Regional Hospital, South-West Cameroon*. European Scientific Journal, ESJ, 17(14), 104. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p104>

Abstract

Poisoning is a common public health issue as it affects millions of people in all social levels worldwide. This retrospective cohort study assessed trends in poisoning and bites among patients referred to the Limbe Regional Hospital from the 1st January 2009 to the 31st December 2018 (10 years). After clearance from public health authorities, data was collected from April to July 2019 at the Emergency Ward of the Limbe Regional Hospital from records. The Limbe Regional Hospital received 244 patients from 2009 to 2018 because of poisoning and animal bites. Twelve types of poisons and eight types of bites were recorded. Dog bite (33.20%), snake bite (15.16%) and ingestion of bleaching agent (11.48%) were significantly ($p<0.001$) more frequent. Based on gender, males (55%) significantly ($p<0.01$) suffered from more than females (45%). The age of the patient significantly ($p<0.001$) influenced the frequency of poisons and bites as patients under 30 years old were the most affected group. The occupation of the patient significantly ($p<0.001$) influenced the frequency of poisoning and bites with a high percentage occurring in unemployed patients (67.21%). The number of cases significantly changed according to seasonality. While a few cases (7%) occurred under unknown circumstances, accidental cases (80%) were significantly ($p<0.001$) higher than suicide attempts (13%). This study raises

awareness of poisoning and bites, and stresses on the importance of the safe-keeping of toxic compounds, respecting prescribed drugs doses, being careful when dealing with animals and the need to create psychological and poison management centers in Cameroon.

Keywords: Farming, Farm gross income, Organic, Conventional, Tanguieta

Introduction

Poisoning is a common public health issue as it affects millions of people in all age groups and social levels worldwide. Poisoning occurs when people drink, eat, breathe, inject, or touch enough of a hazardous substance to cause illness or death (WHO, 2020a). A poison is a substance that through its chemical action kills, injures or impairs an organism. It is the dose that makes the poison as stated by Paracelsus (1493 -1541) centuries ago; the dose is the absolute quantity of the toxin that an organism has been exposed (Viau & Tardif, 2003). There are three types of medical poisoning: accidental poisoning, experimental poisoning and intentional poisoning (Uges, 2001). Rapid industrialization, introduction of new drugs and massive use of pesticides in agriculture has increased the incidence of poisoning (Maharani & Vijayakumari, 2013). Pesticides and analgesics are the most common poisons (Moazzam et al., 2009). In the years 1980-1989 in Indonesia, 28% of acute poisoning was related to pesticides (Jeyaratnam, 1990). The widespread use of organophosphorus pesticides has made them serious poisons (Mahdi & Mohammad, 2014); in industrialized countries, intoxication due to heavy metals is common (Sinicropi et al., 2010); between 1985 and 2009, a trend toward a higher incidence of suicide attempt by poisoning was found in Northern Greece (Tsalkidis et al., 2010); Taiwan recorded 20 260 deaths and 210 021 hospitalizations from poisoning between 1999 and 2008 (Chien et al., 2011).

Studies on poisoning worldwide have revealed that infants are vulnerable to unintentional tobacco poisoning (Connolly et al., 2010) and drug related poisoning (Ramazan et al., 2012). Poisoning due to self-medication is common worldwide (Zardosht et al., 2016) as well as intentional poisoning (Saravi, 2013). Between 1999 and 2008, Taiwan recorded 14 440 deaths (70.03% of poisoning cases) due intentional poisoning with medical drugs and pesticides being the main agents (Chien et al., 2011). There is no established treatment protocols for the clinical management of intoxication related to some chemicals in a country like Spain (Mas-Morey et al., 2012). In most developing countries, trained personnel for poisoning care, and also diagnosis and treatment facilities are limited (Tejas et al., 2013) or even completely inexistent. Cameroon lacks a network of poison control centers.

Unfortunately, poisoning sometimes results in high mortality (Arulmurugan et al., 2015).

One study of poisoning in Cameroon revealed that pesticides and pathogenic microorganisms were the most common poisons in Bamenda and Ndop, two localities of the North-West Region (Sonchieu et al., 2018). In fact, Cameroonian pesticide users often throw empty pesticide containers in water and bushes, and recycle those containers for various uses including storage of grains, oil, and kerosene (N. Kenko et al., 2017); moreover, pesticide users in Cameroon mainly keep pesticides at home and in unsafe places (Kenko, 2020); such practices can be potential sources of poisoning, either accidentally or by suicide attempts, due easy access to chemicals. In addition, many pesticides used in the South-West Region of Cameroon pose an acute and a chronic risk to the aquatic ecosystem: water, fish, aquatic invertebrates (N. D. B. Kenko et al., 2017); since water resources are used for several domestic purposes (drinking, cooking, consumption of aquatic organisms). Contaminated water may be another potential source of poisons. Poisons like pesticides have a negative impact on male reproductive capacities by reducing sperm counts and the amount of sex hormone in the body (Manfo et al., 2012). Organophosphorus insecticides are a major cause of toxicity and mortality as they inhibit the enzyme acetylcholinesterase (AChE), promoting the accumulation of the neurotransmitter acetylcholine at synapses (Morris et al., 2014). Poisons such as toxic metals interfere with a number of physiological processes: central nervous system, hematopoiesis, liver and kidneys (Sinicropi et al., 2010). Illness may occur quickly after exposure or may develop later following long-term exposure (WHO, 2020a). An immediate reaction at the contact point with the poison is referred to as local toxicity (cutaneous eruption, respiratory irritation). In some cases, the poison is carried via the circulatory system to the organ of injury (nephrotoxic effects of cadmium or hepatotoxicity) (Viau & Tardif, 2003). In acute poisoning, biological effects appear in no more than 24hours of exposure time while chronic exposure refers to repeated exposure for six months or more and sub-chronic exposure are effects over about 13 weeks (Viau & Tardif, 2003). Patients with acute drug poisoning have high long-term mortality (Liisanantti, 2012).

In addition to extensive agriculture carried out in South-West Region of Cameroon by the Cameroon Development Corporation (CDC), Limbe harbors a petroleum company (SONARA) which may be another source of poisoning for workers and the local population, hence the choice of the Limbe Regional Hospital for this study. Research on poisoning profile in Cameroon will help to propose preventive measures to the local population and public health authorities as the country lacks poison management centers. The research question then arose as: what is the distribution of poisoning and bites

at the Limbe Regional Hospital from 2009 to 2018? To answer this question, this retrospective cohort study assessed trends in poisoning and bites among patients referred to the Limbe Regional Hospital from the 1st January 2009 to the 31st December 2018 (10 years). More specifically, (a) we assessed the various types of poisons and bites, and their frequency; (b) we assessed the impact of occupation, gender, age on poisoning and bites; (c) we assessed the intentions of poisoned and bitten subjects and (d) we evaluated the temporal distribution of poisonings and bites.

Material and Methods

Clearance

Administrative clearance was obtained from the South-West Regional Delegation of the Ministry of Public Health and the Director of the Limbe Regional Hospital. Confidentiality on the content of medical logbooks was maintained and information collected was used by investigators only for the purpose of this research.

Study area

This retrospective cohort study was carried out between April and June 2019 at the Emergency Ward of the Limbe Regional Hospital. Founded in 1858, Limbe is a seaside town in the South-West Region of Cameroon. The city harbors a Wildlife Centre founded in 1885 that covers an area of 0.5 ha and has one of the four autonomous ports of Cameroon (NIS, 2011).

Data collection

Sociodemographic data (age, sex), name of poison, name of the biting animal, intention of the poison, time (month and years) were recorded from the 1st January 2009 to the 31st December 2018 (10 years) from medical logbooks using well-numbered forms designed for this purpose. Efforts were made to get the optimum benefit from the available data in hospital logbooks.

Data processing and analysis

Data compilation, creation of tables and graphs, and statistical analyses were done using Microsoft Excel 2016 and SPSS version 21. The difference in the frequency of poisoning in terms of poison agent, gender, age, occupation, intention of the poisoning, time (months and years) was assessed at 5% significant level using the Chi-square test.

Results

Two hundred and forty-four (244) cases of poisoning and bites were recorded at the Limbe Regional Hospital from January 1, 2009 to December 31, 2018.

Frequency of poisoning according to poisons

Twelve types of poisons and eight types of bites were recorded in this study; the frequency of dog bite (33.20%) was significantly higher ($p < 0.001$), followed by snake bite (15.16%), bleaching agent (11.48%), human bite (8.20%) and arthropod bite (7.38%) as seen on Table 1. Food poisoning (4.10%), poisoning from pesticides (1.64%) and medical drugs (6.56%) were of lower incidence.

Table 1: Frequency of poisons and bites recorded at the Limbe Regional Hospital between 2009 and 2018

Poisoning agents	Frequency	Percentage (%)
Acid	1	0.41
Alcohol	10	4.10
Arthropod bite	18	7.38
Batteries	1	0.41
Bleaching agent	28	11.48
Cat bite	1	0.41
Cement	1	0.41
Chlorine	1	0.41
Crocodile bite	1	0.41
Dog bite	81	33.20
Drug intoxication	16	6.56
Food poisoning	10	4.10
Gas intoxication	1	0.41
Human bite	20	8.20
Kerosene	2	0.82
Pesticide	4	1.64
Rat bite	1	0.41
Snake bite	37	15.16
Unknown chemical	8	3.28
Unknown animal bite	2	0.82
Total	244	100

Frequency of poisoning and bites according to gender

Males (133; 55%) significantly ($p < 0.01$) suffered from poisoning and bites more than females (111; 45 %) as shown on Figure 1.

Frequency of poisoning and bites according to occupations

The occupation of the patients significantly ($p < 0.001$) influenced the frequency of poisoning and bites as seen in Table 2. Unemployed patients were significantly more affected (67.21%) than other groups. In the category of employed, housewives (4.10%), business men (6.56%), civil engineers (2.87%) and farmers (3.69%) were more affected.

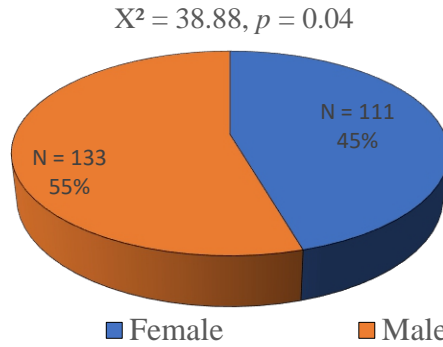


Figure 1: Distribution of Poisoning and Bites According to Gender of Patients Referred to the Limbe Regional Hospital between 2009 and 2018

Table 2: Distribution of poisoning and bites based on the occupation of patients referred to the Limbe Regional Hospital between 2009 and 2018

Occupations	Frequency	Percentage (%)
Applicant	4	1.64
Artist	2	0.82
Banker	2	0.82
Bike rider	2	0.82
Civil Engineering	7	2.87
Business	16	6.56
Cook	1	0.41
Petroleum Engineering	1	0.41
Car Driver	2	0.82
Electrician	3	1.23
Farmer	9	3.69
Fisherman	1	0.41
Hairdresser	2	0.82
House Help	1	0.41
Housewife	10	4.10
Mechanic	2	0.82
Unemployed	164	67.21
Nurse	3	1.23
Photographer	2	0.82
Retired	2	0.82
Seamstress	1	0.41
Secretary	1	0.41
Security	1	0.41
Tailor	1	0.41
Teacher	3	1.23
Zoo Keeper	1	0.41
Total	244	100

Frequency of poisoning and bites according to age groups

The age of the patient significantly ($p < 0.001$) influenced the distribution of poisoning and bites. Being young exposed more people to poisons and bites. Patients below 30 years old had the bulk as compared to older patients with 37.30 % for patients less than 15 years old and 36.07% in patients between 16 and 30 years old. The tendency is a gradual decrease in the frequency as age increases, in such a way that after 60 years old, poisoning and bites were quite rare as just 7 cases (2.87%) were recorded in patients above 60 years old (Table 3).

Table 3: Distribution of poisoning and bites in various age groups of patients referred to the Limbe Regional Hospital between 2009 and 2018

Age groups (years)	Frequency	Percentage (%)
Less than 15	91	37.30
16-30	88	36.07
31-45	42	17.21
46-60	16	6.56
61-75	4	1.64
Above 76	3	1.23
Total	244	100

Temporal distribution of poisoning and bites

A significant ($p < 0.001$) temporal dynamic was recorded: the number of cases significantly fluctuated from year to year (Figure 2) and from month to month (Figure 3).

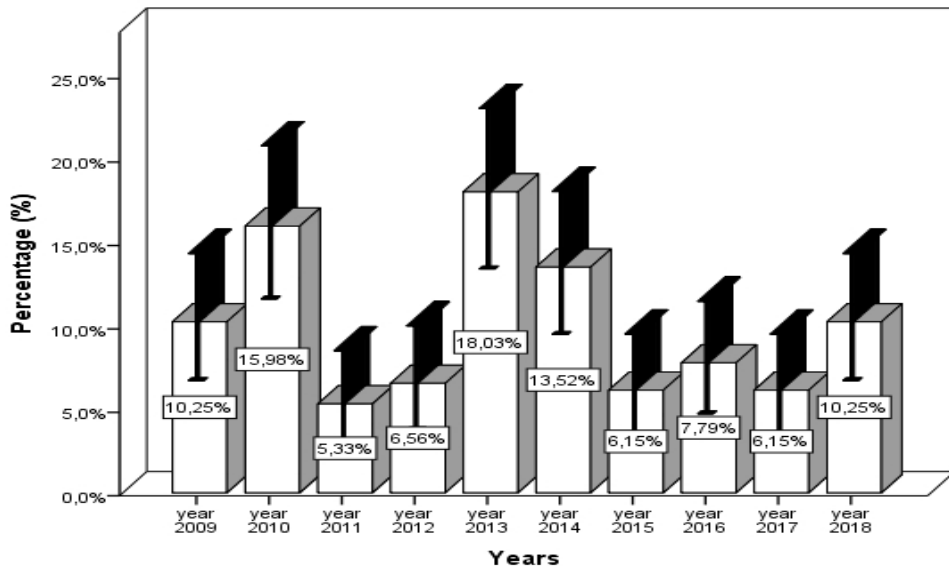


Figure 2: Yearly variation in the frequency of poisoning and bites among patients referred to the Limbe Regional Hospital between 2009 and 2018

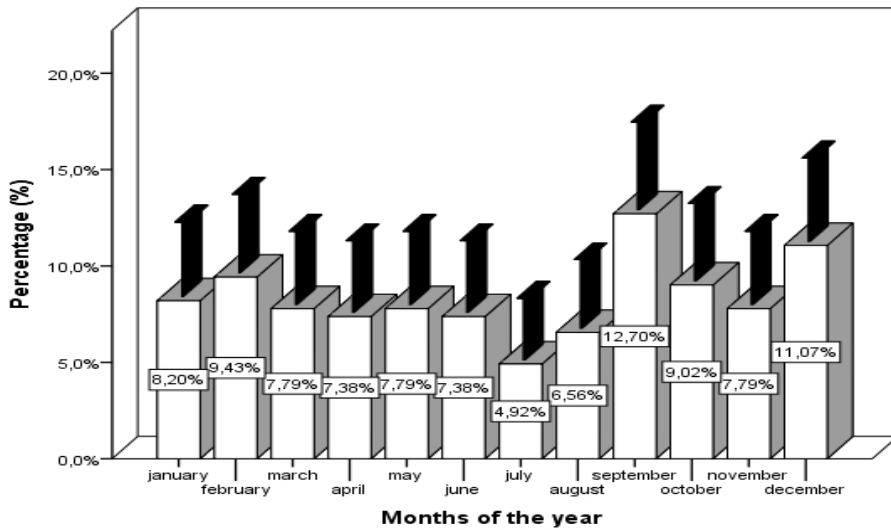


Figure 3: Monthly variation in the frequency of poisoning and bites among patients referred to the Limbe Regional Hospital between 2009 and 2018

The highest frequency (N=44; 18.03%) was recorded in the year 2013 followed by the year 2010 (N=39; 15.98%) and the year 2014 (N=33; 13.52%). The year 2011 had the lowest poisoning and bites frequency (N=13; 5.33%).

September (N=31; 12.70%), December (N=27; 11.07%), February (N=23; 9.43%), October (N=22; 9.02%) and January (N=20; 8.20%) were the months in which significantly higher number of cases were recorded as compared to other months especially July which recorded the lowest frequency of poisoning and bites (N=12; 4.92%).

Intention of poisoning and bites

This study revealed that accidental cases (N=194; 80%) significantly ($p < 0.001$) dominated suicide attempts (N=32; 13%) while eighteen cases (7%) occurred under unknown circumstances as shown on Figure 4.

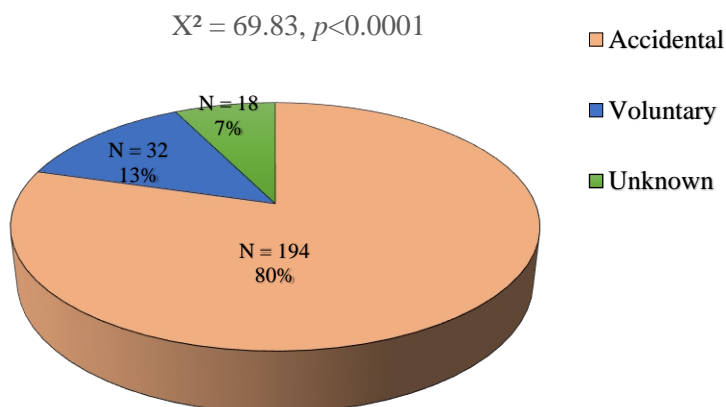


Figure 4: Frequency of poisoning and bites according to intentions among patients referred to the Limbe Regional Hospital between 2009 and 2018

Discussion

Two hundred and forty-four (244) cases of poisoning and bites were recorded at the Limbe Regional Hospital between 2009 and 2018. This number is relatively smaller than the number of cases obtained in a similar study at the Buea Regional Hospital between 2013 and 2017 where 335 cases were recorded (Kenko et al., 2020). Nevertheless, results of the research are close to those obtained from a similar study carried out in Bamenda and Ndop (North-West, Cameroon) in which 252 people were reported to suffer from food poisoning between 2010 and 2014 (Sonchieu et al., 2018). A relatively higher number was recorded in Nigeria where 684 cases were recorded in a 5-year study (Imoudu et al., 2018). As a general tendency, high number of poisoning cases are reported out of Africa; in India, 366 cases were reported in one year (Tejas et al., 2013); in countries like Finland drug poisoning is particularly very high with 9177 admissions recorded in a 22 years (1985-2005) study (Liisanantti, 2012); in China, 2867 patients were recorded over 5 years (2001-2005) in Fujian Provincial Hospital (Chen et al., 2010); in Teheran (Iran), 988 cases of drug poisoning were recorded in one year at the Sina Hospital of Tabriz (Eslami et al., 2014). Many other studies in Middle East and India have reported a high number of poisoning cases and most often with a high number of intentional poisoning (Arulmurugan et al., 2015; Moazzam et al., 2009; Saravi, 2013; Zeinab & Badar, 2014). This tendency may be related to low industrialization in Africa and poor drug production capacity. Poisons in poorer countries are usually pesticides and household products.

Young patients were more affected. In the same line, between 2005 and 2009 (5 years), 258 children were admitted for acute poisoning to the Regional University Hospital in Northern Greece (Tsalkidis et al., 2010).

Many other studies worldwide have reported high incidence of poisoning in patients below 30 years old (Arulmurugan et al., 2015; Chen et al., 2010; Eslami et al., 2014; Maharani & Vijayakumari, 2013; Oreby et al., 2016; Ramazan et al., 2012; Tejas et al., 2013; Tsalkidis et al., 2010). This high exposure of children may be due to the general tendency of oral exploration, ignorance and poorly handled chemicals by adults. Children are at risk of toxic ingestion because of three main reasons: improper storage of chemicals, children spending more time in other people's homes and distraction of caregivers (Aisha et al., 2012). For teenagers, the inability to cope with high expectation from parents, stress related to unwanted pregnancies and love problems may lead to intentional poisoning. An exception has been reported in Taiwan between 1999 and 2008, where patients above 65 years old were most exposed to poisoning especially from medical drugs, with a higher incidence in males (Chien et al., 2011).

Twelve types of poisons and eight types of bites were recorded with Dog Bite at the top position followed by snake bite, bleaching agent, human bite and arthropod bite. Bacteria from the mouth of a dog can cause infection and add to the pain from the bite. The proliferation of dog bites may be due to negligence by dog owners in this area. The physical and the emotional effects of dog bite may be long-term even after the wound heals. Common diseases faced by dog bite victims include tetanus, sepsis and rabies. Rabies affects the central nervous system and can lead to death if untreated (Loughlin, 2020). Snake bites were also relatively high. Groups at high risks are rural agricultural workers, herders, fishermen, hunters, working children, people living in poorly constructed houses (WHO, 2020b). Snake bites are caused by venomous snakes such as rattlesnakes, copperheads, cottonmouth and coral snakes (CDC, 2020). Annually, 1.8 to 2.7 million people develop clinical illness (snake bite envenoming) among which 81 000 to 138 000 die from complications (WHO, 2020b).

Bleaching agents are commonly used in houses for cleaning and disinfection. Since they are colorless, they may be mistakenly taken as water. If they are stored in unsafe places, children may reach them. Household products such as kerosene and bleaching agents are commonly responsible for poisoning (Imoudu et al., 2018; Tejas et al., 2013; Tsalkidis et al., 2010).

Human bites were also common. This human-human violence may be due to the consumption of alcohol and drugs, added to psychological problems or ignorance and unconsciousness with the case of children. The incidence of serious infection and complications associated with human bites is increasing (Griego et al., 1995). The severity of the infection depends on bite location, host factors and wound care.

Increases in arthropod bites may be related to poorly constructed houses, lack of protective clothing and occupations that expose inhabitants to

arthropods. In the Al Majmaah Region (Saudi Arabia), a similar study revealed a high incidence of animal envenomization (Zeinab & Badar, 2014). Recreational and farm activities may be the main factors accounting for animal envenomization.

Food (4.10%), drug (6.56%) and pesticide (1.64%) poisoning were relatively low. Contrary to this study, many researchers worldwide have reported that pesticides especially organophosphate insecticides were the main poisoning agents (Aisha et al., 2012; Arulmurugan et al., 2015; Chen et al., 2010; Imoudu et al., 2018; Maharani & Vijayakumari, 2013; Moazzam et al., 2009; Saravi, 2013; Tejas et al., 2013). In the years 1980s, Cameroun was having 175 000 cases of pesticide poisoning annually with a 80% agricultural labor force; at that time, Sudan was at the top position in Africa with 384 000 cases of pesticide poisoning yearly (Jeyaratnam, 1990). Unlike this study, food intoxication was reported to be very high in the North West Region of Cameroon between 2010 and 2014 (Sonchieu et al., 2018). A high incidence of drug poisoning has been reported in several studies (contrary to this study) all over the world (Aisha et al., 2012; Chen et al., 2010; Eslami et al., 2014; Liisanantti, 2012; Moazzam et al., 2009; Tsalkidis et al., 2010; Zardosht et al., 2016). Drug poisoning is mostly due to self-medication, a very common practice and the main non-prescription drugs consumed include cold and cough medicines, analgesic-antipyretics, antihistamines (Ramazan et al., 2012; Zardosht et al., 2016).

The percentage of poisoning was significantly higher in males as compared to females probably because men carry out daily activities that expose them. Additionally, the South-West Region of Cameroon had relatively more males (700 109) than females (684 177) (MINEPAT, 2010). A high incidence of poisoning in males has been reported in many studies (Arulmurugan et al., 2015; Eslami et al., 2014; Imoudu et al., 2018; Maharani & Vijayakumari, 2013; Tejas et al., 2013; Zeinab & Badar, 2014). Contrary to this study, females were reported to have a higher incidence of poisoning as compared to males (Chen et al., 2010; Liisanantti, 2012; Saravi, 2013), and sometimes, the gender had no significant influence on poisoning incidence (Tsalkidis et al., 2010).

Unemployed patients were more affected. In the same line, studies worldwide have revealed that unemployment could be a risk factor for poisoning (Eslami et al., 2014; Maharani & Vijayakumari, 2013; Oreby et al., 2016; Sonchieu et al., 2018) with students being one of the most exposed group; this may be due to idleness. Other factors include, the lack of jobs that brings about poverty and depression with many implications. Among workers, some occupations appear to be more risky exposing to poison: housewives, business men, civil engineers and farmers. Farmers and housewives are very exposed to poisoning (Maharani & Vijayakumari, 2013). Of course, farmers

make use of many agricultural inputs and the use of protective clothing, respect of doses, safety rules are still a mystery for most of them (N. Kenko et al., 2017). In a study carried out in the Northwest Region of Cameroon, farmers were reported to be highly exposed to food poisoning (Sonchieu et al., 2018). Civil engineers may be exposed to paints and solvents used in construction as well as animal bites in unoccupied houses still under construction. Business men may be depressed if their business fails, exposing them to alcohol or drug addiction. Housewives may be exposed because of numerous chemicals that they encounter in their daily duties especially cleaning and bleaching agents.

The end of the rainy season and early dry seasons are months in which most cases were recorded. In the same line, a high incidence in poisoning have been reported in dry months (Chen et al., 2010; Maharani & Vijayakumari, 2013). Thirst in the dry season may push people in an indiscriminate drinking. In addition, during these periods, cleaning of farms using herbicides or other techniques may expose farmers to agricultural inputs and animal bites (dog, snake, arthropods).

Most poisonings were accidental with a few cases due to suicide attempts. Few studies have also revealed that accidental poisoning was higher (Moazzam et al., 2009; Ramazan et al., 2012). In contrast to this study, suicide is a more common cause of poisoning in Middle East and India. In a study carried out in Ahmedabad (India), 74% of poisoning were suicide attempts and 26% were accidental poisoning (Tejas et al., 2013). Moreover, suicide attempts were reported to be significantly higher than unintentional poisoning in the Sina Hospital Tabriz, Iran (Eslami et al., 2014); more than 50% of suicide attempts were reported in the Mansoura-Dakhliya Governorate (Egypt); in Mazandoran (Iran), 51.6% of intentional poisoning were reported (Saravi, 2013) while 98.67% of intentional poisoning were reported at Tamil Nadu, India (Maharani & Vijayakumari, 2013); another study in Chennai (Southern India) reported 88.75% of suicide attempts (Arulmurugan et al., 2015). Suicide takes the life of 800 000 people each year. The most common methods are ingestion of pesticides, hanging and firearms (WHO, 2019). The reason for the extensive use of pesticides as an agent for suicide is the ready availability of extremely toxic pesticides (Jeyaratnam, 1990). Suicide is related to depression and alcohol abuse. Depression may be due to financial problems, relationship break-up, pain or illness. Other causes include violence, isolation, discrimination, disaster. Many developing countries lack trained personnel and programs to prevent suicides. Thus, suicide remains a taboo subject in many cultures as it is associated with curse. Actually, suicide is a social problem that requires attention (Jeyaratnam, 1990).

This study did not have access to outcomes after poisoning, but a similar study at the Buea Regional Hospital, South-West Cameroon from

01/01/2013 to 31/12/2017 reported two deaths from 335 poisoning cases (Kenko et al., 2020). This is not the case in other studies in which higher mortalities rates have been reported; 25.4% in Mazandoran, Iran (Saravi, 2013), 5.32% in Chennai, Southern India (Arulmurugan et al., 2015), 2.2% in Al-Qassim, Saudi Arabia (Moazzam et al., 2009), 2.4% in Azare, North Eastern Nigeria (Imoudu et al., 2018) and 25% from food poisoning in the Northwest Region of Cameroon (Sonchieu et al., 2018). Nevertheless, the prevention of poisoning is desirable even when it does not lead to mortality, since poisoning may have other adverse effects (immune suppression, cancer, reduction of reproductive capacities). In the case of chronic exposure, it is not obvious to link the exposure to the observation of toxic effects (Viau & Tardif, 2003). Common symptoms of poisoning include agitation, psychosis, tachycardia, hypertension and seizures (Mas-Morey et al., 2012) as well as pupillary constriction, respiratory depression, bradycardia, nausea and vomiting (Oreby et al., 2016). In the case of food poisoning, symptoms include vomiting, diarrhea, stomach pains and headache (Sonchieu et al., 2018). Even in the absence of symptoms, exposure to poisons like organophosphates insecticides at low levels may bring about subtle central nervous system effects (Morris et al., 2014). Causative agents of poisoning fluctuate with countries, making it important for every nation to establish its own poisoning profile, identify risk factors, and implement preventive measures (Ramazan et al., 2012). Timely transport and early intervention of poisoning patient is needed (Arulmurugan et al., 2015). Unlike poor countries, developed countries have organized networks of regional poison control centers (Gummin et al. 2020).

Conclusion

At the end of this retrospective cohort study, it can be concluded that poisoning and animal bites constituted a serious public health issue among the Limbe population (South-West Cameroon). Poisoning and bites varied with factors such as gender, age, occupation, months and years. Most poisonings were accidental with a minority due to suicide attempts. The local population needs better education on the handling of toxic chemicals, domestic animals and drugs as well as their behaviors towards animals. The medical staff needs training on the management of patients suffering from poisoning. Cameroon would benefit from the creation of poisoning management centers as well as improved psychological care facilities depression in order to prevent suicides. Laboratory and diagnosis facilities are also needed but emphasis should be placed on prevention of accidental poisoning and suicides.

Conflict of Interest

The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Funding Statement

This work was completely self-sponsored.

Acknowledgement

The authors are very grateful to the Regional Delegate for Public Health (South-West, Cameroon) and the Director of the Limbe Regional Hospital for giving us permission and facilities to collect data.

References:

1. Aisha, I. M., Ashraf, M. E., Enas, I. E.-M., & Mennat-Allah, A. M. E.-R. (2012). Pediatric Poisoning in Egypt. *Journal of applied pharmaceutical science*, 2(2), 1-6.
2. Arulmurugan, C., Ahmed, S., & Gani, M. (2015). A retrospective study of paradigm and outcome of acute poisoning cases in a tertiary care teaching hospital in Southern India. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 2654-2657. <https://doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20150808>
3. CDC. (2020). *Venomous Snakes: Types of Venomous Snakes*. U.S. Department of Health & Human Services. Retrieved 22nd August from <https://www.cdc.gov/niosh/topics/snakes/types.html>
4. Chen, F., Wen, J.-p., Wang, X.-p., Lin, Q.-m., & Lin, C.-j. (2010). Epidemiology and characteristics of acute poisoning treated at an emergency center. *World journal of emergency medicine*, 1(2), 154.
5. Chien, W.-C., Lin, J.-D., Lai, C.-H., Chung, C.-H., & Hung, Y.-C. (2011). Trends in poisoning hospitalization and mortality in Taiwan, 1999-2008: a retrospective analysis. *BMC Public Health*, 11(1), 703.
6. Connolly, G. N., Richter, P., Aleguas, A., Jr., Pechacek, T. F., Stanfill, S. B., & Alpert, H. R. (2010). Unintentional child poisonings through ingestion of conventional and novel tobacco products. *Pediatrics*, 125(5), 896-899. <https://doi.org/10.1542/peds.2009-2835>
7. Eslami, M., Kousha, S., Fesharaki, M., Kazemi, N., Ghafarzad, A., Zamani, M., & Nia, K. S. (2014). Evaluation prevalence and causes of drug and chemical poisoning in patients referred to emergency wards of Sina Hospital of Tabriz University of Medical Sciences at 2012-13. *Int J Curr Res Aca Rev*, 2, 187-194.

8. Griego, R. D., Rosen, T., Orengo, I. F., & Wolf, J. E. (1995). Dog, cat, and human bites: a review. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 33(6), 1019-1029.
9. Gummin D.D., James B. Mowry, Michael C. Beuhler, Daniel A. Spyker, Daniel E. Brooks, Katherine W. Dibert, Laura J. Rivers, Nathaniel P. T. Pham & Mark L. Ryan (2020) 2019 Annual Report of the American Association of Poison Control Centers' National Poison Data System (NPDS): 37th Annual Report, *Clinical Toxicology*, 58:12, 1360-1541, DOI: 10.1080/15563650.2020.1834219
10. Imoudu, I., Afegbua, D., Elike, M., Ishola, I., & Abubakar, A. (2018). Acute Childhood Poisoning in Azare North Eastern Nigeria. *Journal of Advances in Medicine and Medical Research*, 26(3), 1-8. <https://doi.org/10.9734/jammr/2018/41050>
11. Jeyaratnam, J. (1990). Acute pesticide poisoning: A major global health problem. *Wld. Hlth. Statist. Quart.*, 43, 139-144.
12. Kenko, N., Fai, P., Ngameni, T., & Mpoame, M. (2017). Environmental and Human Health Assessment in Relation to Pesticide Use by Local Farmers and the Cameroon Development Corporation (CDC), Fako Division, South-West Cameroon. *European Scientific Journal, ESJ*, 13(21), 454 - 473. <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n21p454>
13. Kenko, N. D. B. (2020). *Pesticide Risk Assessment and Study of the Phytoplankton Community for the Biomonitoring of the Benoe Stream, South-West Cameroon* PhD Thesis, Department of Animal Biology, University of Dschang, p.150.]. Cameroon.
14. Kenko, N. D. B., Fai, P. B. A., Tasse, T. G. C., Ngameni, T. N., Ngealekeleoh, F., & Mpoame, M. (2017). Assessment of chemical pollution with routine pesticides using PRIMET, a pesticide risk model in the Benoe stream in the South-West Region of Cameroon. *Eur Sci J*, 13(30), 153-172.
15. Kenko, N. D. B., Ngwe, B. M. U., & Ngameni, T. N. (2020). Five year (2013-2017) trends in poisoning among patients of the Buea Regional Hospital, South-West Region (Cameroon). *Brazilian Journal of Biological Sciences*, 7(16), 209-216. [https://doi.org/https://doi.org/10.21472/bjbs\(2020\)071607](https://doi.org/https://doi.org/10.21472/bjbs(2020)071607)
16. Liisanantti, J. (2012). *Acute drug poisoning: outcome and factors affecting outcome* (Publication Number 1154) University of Oulu Graduate School]. Oulu, Finland.
17. Loughlin, F. (2020). *Understanding the long-term effects of dog bite injuries*. Retrieved 22nd August from

- <https://www.lflaw.com/understanding-the-long-term-effects-of-dog-bite-injuries/>
18. Maharani, B., & Vijayakumari, N. (2013). Profile of poisoning cases in a Tertiary care Hospital, Tamil Nadu, India. *Journal of applied pharmaceutical science*, 3(1), 91.
 19. Mahdi, B.-M., & Mohammad, A. (2014). *Basic and Clinical Toxicology of Organophosphorus Compounds*. Springer-Verlag <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-5625-3>
 20. Manfo, F. P. T., Moundipa, P. F., Déchaud, H., Tchana, A. N., Nantia, E. A., Zobot, M. T., & Pugeat, M. (2012). Effect of agropesticides use on male reproductive function: a study on farmers in Djutitsa (Cameroon). *Environmental toxicology*, 27(7), 423-432.
 21. Mas-Morey, P., Visser, M. H. M., Winkelmolten, L., & Touw, D. J. (2012). Clinical Toxicology and Management of Intoxications With Synthetic Cathinones (“Bath Salts”). *Journal of Pharmacy Practice*, 26(4), 353-357. <https://doi.org/10.1177/0897190012465949>
 22. Moazzam, M., Al-Saigul, A., Naguib, M., & Al Alfi, M. (2009). Pattern of acute poisoning in Al-Qassim region: a surveillance report from Saudi Arabia, 1999–2003. *Eastern Mediterranean Health Journal*, 15(4), 1005-1010.
 23. Morris, C., Savy, C., Judge, S., & Blain, P. (2014). Acute Toxicity of Organophosphorus Compounds. In B. Mahdi & A. Mohammad (Eds.), *Basic and Clinical Toxicology of Organophosphorus Compounds* (pp. 45-78). Springer. <https://doi.org/DOI 10.1007/978-1-4471-5625-3>
 24. Oreby, M., Maklad, A., Shihab, N., & Kassem, H. (2016). Prediction of Outcome of Acutely Intoxicated Patients Admitted To Intensive Care Unit in Mansoura-Dakhliya Governorate-Egypt. *Ain Shams Journal of Forensic Medicine and Clinical Toxicology*, 26(1), 140-150.
 25. Ramazan, Ö., Benan, B., Özlem, T., Bilgehan, Y., & Gülsev, K. (2012). Thirty-three-year experience on childhood poisoning. *The Turkish Journal of Pediatrics*, 54, 251-259.
 26. Saravi, B. M. (2013). Prevalence of Non-drug Poisoning in Patients Admitted to Hospitals of Mazandaran University of Medical Sciences, 2010-2011. *Acta informatica medica*, 21(3), 192.
 27. Sinicropi, M. S., Amantea, D., Caruso, A., & Saturnino, C. (2010). Chemical and biological properties of toxic metals and use of chelating agents for the pharmacological treatment of metal poisoning. *Arch Toxicol*, 84(7), 501-520. <https://doi.org/10.1007/s00204-010-0544-6>
 28. Sonchieu, J., Azouline, M., & Ngassoum, B. M. (2018). Investigation on Five Years (2010-2014) Food Poisonings Recorded in Bamenda

- and Ndop Public Hospitals, Cameroon. *Health Science and Disease*, 19(3), 100-106.
29. Tejas, P., Kartik, P., Rakesh, T., & Saumil, M. (2013). Acute Chemical and Pharmaceutical Poisoning Cases Treated in Civil Hospital, Ahmedabad: One year study. *ASIA PACIFIC JOURNAL of MEDICAL TOXICOLOGY*, 2(2), 63-67.
30. Tsalkidis, A., Vaos, G., Gardikis, S., Kambouri, K., Tripsianis, G., Mantadakis, E., Paraskakis, E., & Chatzimicael, A. (2010). Acute Poisoning among Children Admitted to a Regional University Hospital in Northern Greece. *Central European journal of public health*, 18(4), 219-223. <https://doi.org/10.21101/cejph.a3617>
31. Uges, D. (2001). What is the definition of a poisoning? *Journal of Clinical Forensic Medicine*, 8(1), 30 - 33. <https://doi.org/https://doi.org/10.1054/jcfm.2000.0465>
32. Viau, C., & Tardif, R. (2003). Toxicologie. In M. Gérin, P. Gosselin, S. Cordier, C. Viau, P. Quénel, & E. Dewailly (Eds.), *Environnement et santé publique : Fondements et Pratiques* (pp. 119-143). Edisem.
33. WHO. (2019). *Suicide*. World Health Organization. Retrieved 22nd August 2020 from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/suicide>
34. WHO. (2020a). *Environmental health in emergencies: poisoning*. World Health Organization. Retrieved 20th August from https://www.who.int/environmental_health_emergencies/poisoning/en/
35. WHO. (2020b). *Health Topics : Snakebite Envenoming*. World Health Organization. Retrieved 22nd August from https://www.who.int/health-topics/snakebite#tab=tab_1
36. Zardosht, M., Dastoorpoor, M., Hashemi, F. B., Estebsari, F., Jamshidi, E., Abbasi-Ghahramanloo, A., & Khazaeli, P. (2016). Prevalence and Causes of Self Medication among Medical Students of Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran. *Global Journal of Health Science*, 8(11), 150. <https://doi.org/10.5539/gjhs.v8n11p150>
37. Zeinab, A. E. A.-E., & Badar, A. A. M. (2014). Pattern of acute poisoning in Al Majmaah region, Saudi Arabia. *American Journal of Clinical and Experimental Medicine*, 2(4), 79-85. <https://doi.org/10.11648/j.ajcem.20140204.15>

Sociocultural Determinants of Alcohol Abuse by Youths in Luanda Sub-county, Vihiga County, Kenya

Clifford M. Matara

Department of Public Health, Maseno University, Kenya

Maureen A. Winga

Department of Education Psychology, Maseno University, Kenya

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n14p121](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p121)

Submitted: 19 February 2021

Accepted: 21 April 2021

Published: 30 April 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Matara C.M. & Winga M.A. (2021). *Sociocultural Determinants of Alcohol Abuse by Youths in Luanda Sub-county, Vihiga County, Kenya*. European Scientific Journal, ESJ, 17(14), 121. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p121>

Abstract

The WHO (2014a) indicates that 3.3 million deaths (5.9%) of all global deaths annually are attributable to alcohol abuse; with 5.1% of the global burden of disease and injury attributable to alcohol abuse. Alcohol is the most abused substance with the most affected persons being youth. In Kenya, prevalence of alcohol abuse by youths aged 18-35 years was 17.6% against the national average of the general populace which is at 13.6%. In the year 2017 Luanda sub-county recorded 635 reported cases of alcohol abuse with the administrators. Of the 635 reported cases in Luanda, 71 (11.18%) cases were of under 18 years, 192 (30.24%) were elderly (above 35 years) while 372 (58.58%) were aged 18-35 years. The objective of this study was to assess parental, peer, spousal and cultural influences of alcohol abuse by youths in Luanda Sub-county. A total of 422 respondents derived using Fischer's formula were involved. Multi-stage sampling was done at sub-locations, villages and households to obtain respondents. Questionnaires featuring Audit tool score and Focus Group Discussions were used to collect data. Odds ratio with 95% confidence interval was employed to determine the likelihood of alcohol abuse. Qualitative data was analyzed using content analysis method. The socio-cultural factors associated with alcohol abuse were: parental alcohol use ($p=0.000$), peer influence ($p=0.000$), spousal alcohol use ($p=0.035$). The multivariate analysis showed significant association between alcohol abuse

and spousal alcohol use ($p=0.035$ OR =0.462 [0.223 -0.955]), parental use of alcohol ($p=0.000$ OR=28.667 [15.516-52.965]) and peers ($p=0.000$ OR=10.012 [3.424-29.273]).

Keywords: Social, Cultural, Alcohol Abuse, Youth, Kenya

1. Introduction

The World Health Organization (WHO, 2014) indicates that 3.3 million deaths or 5.9% of all global deaths annually are attributable to alcohol abuse. The WHO (2014) further indicates that the global burden of disease and injury attributable to alcohol abuse stands at 5.1%. Alcohol consumption relates to more than 200 health conditions. New studies have given data on causal relationships between alcohol abuse and the incidence and clinical outcomes of infectious diseases including tuberculosis, HIV/AIDS and pneumonia. Besides, alcohol is associated with social, economic, mental and emotional issues expressed as absenteeism or abuses in social institutions such as workplaces and relationships. Non-consumers of alcohol have often become victims of alcohol related incidences.

Youths are defined by the United Nations as young people between the ages of 15-24 years of age (United Nations, 2015). This is purely for statistical purposes without prejudice to other definitions by Member States. The Government of Kenya defines 'youth' as any person between the ages of 18-35 in its Kenya National Youth Policy (Government of Kenya [GOK], 2006). Seventy-five per cent of the Kenyan population are aged 30 years and below (Kenya National Bureau of Statistics [KNBS], 2017). According to the National Agency for the Campaign against Drug Abuse [NACADA] (2012), Alcohol is the most abused substance in Kenya. Current abuse of alcohol in Kenya among persons aged 18-35 years is 17.6% against the national average of the general populace which is at 13.6%; with the urban youthful population abusing alcohol more frequently (17.0%) compared to the rural youthful population (11.8%). Moreover, more males abuse alcohol than females. NACADA (2012) also indicates that the Western Region of Kenya aggregate of sub-counties including Luanda reported current usage of 10.2% of alcohol within the population. However, a study done in Kakemega County by Takahashi, Wilunda, Karani, Wilunda and Useneya (2017) set the prevalence of alcohol abuse at 31.7%. The report alludes to under reporting of prevalence rates by a Kenyan government agency, NACADA, and proximity of the Western region to the republic of Uganda, which has a prevalence of 28.6%. It also infers to the shared ethnic and cultural backgrounds between Western Kenya and Uganda including trends of alcohol abuse.

Thus, while there may be several factors that may cause alcohol abuse such as genetics, presence or absence of social support networks and access and use of health services, the development of alcohol abuse tendencies is largely dependent on social and environmental factors. There are a number of socio-cultural factors that have direct influence on alcohol abuse among the youths. A study conducted by Osei-Bunsu et al. (2017) among Youths in Ghana indicates that the major factors contributing to the abuse of alcohol are peer influence and advertisement. Religion and occupation were also other factors found to be strongly associated with alcohol abuse. Another study in Nepal, India, found the association of alcohol abuse to be highly significant with age-group, gender, ethnicity, family and friend's history of alcohol abuse (Maharjan and Magar, 2017). However, other published studies such as Ndegwa et al. (2013) among youths in Daystar University, found out that ever seeing the mother abuse alcohol had marginal significant association with alcohol intake by the respondent. Takahashi et al. (2017) in Ikolomani, Western Kenya it was found out that education was statistically not significantly associated with alcohol abuse. However, this study was conducted among the general populace of ages 15 to 65 years. The socio-cultural factors which resonate with alcohol abuse among youths in Luanda Sub-county remain unclear. From various studies such as Ndegwa et. al (2013), Osei-Bunsu et. al. (2017), Takahashi et. al. (2017), there are many attributes of the socio-cultural factors that are likely to influence alcohol abuse among the youth. However, major focus will be given on the attributes that have shown correlation to alcohol abuse among the youth in other places or whose relation to alcohol abuse among youth has not been exhaustively settled. From Ndegwa et al. (2013), Osei-Bunsu et al. (2017), White, Johnson and Buyske (2000), Parental alcohol abuse and Peer Influence have been shown to have an influence on alcohol abuse and are thus included for this study. Customs differ in the outcome of alcohol abuse among youths in various studies and will be assessed in this study.

Studies by Osei-Bunsu et al., 2017; Ndegwa et al., 2013; Michuki, 2014 and Okwarah, 2017 carried out under the theme of alcohol abuse by youths did not give detailed insights on determinants of alcohol abuse among youths. These studies focused on youth in secondary schools or tertiary institutions and do not give an account for out of school and jobless youths who make a significant segment of the Kenyan population today and in Luanda sub-county. Equally, these studies have focused on sections of youths such as 15-24 years, 18-25 years without considering the whole youthful bracket of 18-35 years as envisioned by the Kenyan people through the Constitution of Kenya. Although these studies attained their objectives, they did not delve into determinants of critical factors such as spousal effects among other factors due to inherent limitation of age-bracket or the demographical factors such as schooling where some factors such as marital status and its influence are often conspicuously absent. It is against this background that the current study will be undertaken.

This study will therefore assess the sociocultural determinants of alcohol abuse among youths in Luanda sub-county, Vihiga County, Kenya.

Statement of the problem

While there is much information on determinants of alcohol abuse on youth who are found at household levels such as those in schools, colleges and organized groups such as *bodaboda* riders, there is scanty information on non-schooling and jobless youth. Some age brackets of the youth who are found at household levels such as the married group have been excluded from previous studies making it difficult to get a holistic picture on the actual determinants of alcohol abuse among the youth in society and in Luanda sub-county in particular. Measures to reduce alcohol abuse are largely informed by understanding the determinants of alcohol abuse in a given region and Luanda sub-county is no exception. In order to put in place measures to reduce alcohol abuse in Luanda sub-county, the precise social and cultural factors influencing alcohol abuse will have to be determined vis-à-vis extrapolating other regions' factors to the sub-county.

2.0 Socio-cultural factors influencing alcohol abuse by youths in households

2.1 Parental alcohol consumption

A considerable amount of research has examined the impact of parental alcohol consumption on children's development. The research reveals that children can and do suffer from a range of maladaptive outcomes spanning all areas of development, including the cognitive, behavioural, psychological, emotional and social domains (Grekin, Brennan & Hammen, 2005). Children reported feeling socially excluded, frequently being left alone, having a sense of not being loved, and having feelings of low self-worth. They also took on responsibility for caring for their parent/s. (Grekin et al., 2005)

According to Donovan & Molina (2014) consistent risk factors for adolescent youth drinking are youths' perception that parents approve of their alcohol or drug abuse, parent or older sibling alcohol abuse tendencies. Most research now supports explanatory models in which the outcomes for children are not only dependent on parental alcohol dependence but on the aggregation of factors such as individual characteristics, family interaction, and the psychological functioning of both parents.

Mwai, Wamue and Mwangi (2013) observe that adult children of alcoholic parents have lower self esteem and increased likelihood of becoming alcoholics. Sirera and Mwenje (2014), further points out that lack of close interaction with the children makes parents who abuse alcohol to miss out on many opportunities that would enable them guide the children thus predispose them to secondary role models, who are often peers and who can lead the children to alcohol and drug abuse.

Further NACADA (2012) argue that excessive alcohol abuse, leading to addiction, depletes family finances leading to poverty and inability to meet family obligations including paying school fees, purchase of food and other amenities. These psychosocial depressors then become a predisposing factor towards alcohol abuse by the younger generation (Ndakalu, 2014).

Researchers have identified a strong correlation between parental and children's drinking behavior over the life-course suggesting that children tend to model the drinking patterns and styles of their parents (White, et al., 2000). In contrast, other research illustrates an association between parents who abstain and children who become heavy drinkers in later life (Roche, 2001). This suggests that not only are the relationships between parental influences and children's outcomes complex but also that imitation of parents is not a sufficient explanation of how young people learn to abuse alcohol.

In a published study done among students in Daystar University in Kenya by Ndegwa et al (2013), ever seeing the mother abuse alcohol had marginal significant association with alcohol intake scores. Contrary to expectation, never seeing the mother abuse alcohol was significantly associated with higher mean alcohol intake scores of 28.4 % compared to ever seeing mother abuse alcohol which stood at 22.3%. This indicated that those who had not seen their mothers abuse alcohol ended up with a higher mean alcohol intake score compared to those who had ever seen the mother abuse.

The aforementioned studies on parental alcohol use and effect on their children's use are inconclusive. There is need to find out whether parental alcohol abuse leads to abuse of alcohol in the children or not. This is especially so in Luanda sub-county in Western Kenya.

2.2 Spousal alcohol consumption

With respect to spouses, divorced and widowed men (those without spouses) tend to abuse alcohol the most (O'Connell et al., 2013). Risk factors for alcohol dependence among young people include being divorced, separated or never married (Grekin et al., 2005; Schemied and Montrose 2006).

Kenneth et al. (2018) shows that the risk of alcohol abuse of a person increases when a person's spouse has an alcohol use disorder and decreases when the partner did not have an alcohol use disorder. Robles and Kieclot-Glaser (2003) argue that marriage, even among alcohol users, is associated with better health and that unmarried persons are more likely to engage in unhealthy behaviors such as smoking, heavier alcohol consumption and poor diet. A study done in Tanzania by Francis et al. (2015) showed that being in a relationship, with either an alcohol consuming spouse or not, was associated with alcohol abuse.

2.3 Peer Influence

In Uganda, in a study by Kanyesigye, Basiraha, Ampaire, Wabwire, Waniaye, and Kangi (2000) it was noted that among the youths, 19% of the secondary school students and about 35% of the students in tertiary institutions abused drugs including alcohol. From the study, this was attributed to a lot of alcohol products being advertised in relation to style/fashion; and due to peer influence.

In a study carried out by Takahashi et. al (2017) in Ikolomani Sub-county, Kenya in 2015, it was found that the number of alcohol consumers in the family and the number of friends who drink showed statistically significant associations with alcohol drinking. The number of drinkers in the family had the strongest effect on current alcohol abuse followed by the number of friends who drink alcohol. Participants with more than one drinker in the family had more than a 35-fold increase in the odds of alcohol intake compared with those who did not have any drinker in the family. This study was carried out in a rural set-up in western Kenya for age-groups 15-65 years.

A study carried out by Ngesu, Ndiku, and Masese (2008) on drug dependency and abuse in Kenya secondary schools in Kisumu municipality showed availability of drugs, peer group pressure, age factor among peers, curiosity by peer, availability of cash among peers and high handedness of school administrators were to blame for drug abuse. In the present study, peer influence was investigated in specific reference to alcohol consumption among youth aged 18-35.

2.3.4 Cultural Practices when Alcohol is abused

In a study in Northern European countries it was found out that a cultural practice to the pursuit of drunkenness and seeking intoxication only in the company of others (group intoxication) had developed. Respondents were also aware of wider cultural ideas, 'handed down', that alcohol could be used to deal with problems and relieve stress (Seaman and Ikegwuonu 2010).

In a study to establish the Maasai community perception on alcohol abuse among students, (59.2%) of the respondents said that cultural beliefs and practices advance usage of alcohol by students. (80%) of the teachers indicated initiation ceremonies as the main cultural practice that advance usage of alcohol by students in Maasai community 45.7% implied that availability of alcoholic beverages in cultural ceremonies encourages students to consume alcohol (Keiwua 2016). NACADA (2007) also found out that the decision to drink by both adults and young people is motivated by a variety of factors, such as cultural acceptability of alcohol.

Some cultures recommend taking of depressants such as beer, liquor, wine and cannabis sativa during cultural functions (Ambale, 2015). Some liquor such as busaa or drugs such as *miraa* are culturally accepted and during these cultural ceremonies or festivities, people are grouped in age sets and provided

with the drugs (Ambale, 2015). Given that the *Wanyore* of Luanda sub-county conduct cultural circumcision, burial and wedding ceremonies, the present study investigated the influence of customs on alcohol abuse.

Research Methodology

3.1 Study Site

The study was conducted in Luanda sub-county in Vihiga County, Kenya. Vihiga County is located in Western Kenya. The county experiences high equatorial climate with well distributed rainfall throughout the year. Temperatures in the region range between 14°C - 32°C and subsistence agriculture is the main economic activity (County Government of Vihiga CIDP, 2013). In the year 2017 authorities in Luanda sub-county recorded 635 reported cases of alcohol abuse compared to 524 in Emuhaya sub-county and 491 in Hamisi sub-county. According to the population and housing census (KNBS 2009) Luanda Sub-County was projected to have 25,310 households with a population of 53,621 aged between 18-35 out of the total 113,029 persons in the sub-county.

3.2 Research Design

A cross-sectional research design was used in the study. This enabled collection of information from a large sample over a short period of time. Piloting of the study tools was done on 24th June - 1st June 2019 and the tools retested on 2nd July 2019 and 5th July 2019 after incorporating changes. The actual study was conducted from 8th July 2019 to 30th July 2019 in a total of 20 days.

3.3 Research variables

Independent variables

Socio-cultural factors

Among social-cultural factors, the variables assessed in the study were peer influence, spousal alcohol use, parental alcohol use and customs.

Dependent variable

Alcohol Abuse

The dependent variable was the level of alcohol abuse. The respondents (youths aged 18-35 years) were classified into five categories: no risk, low risk, hazardous level, harmful level and high risk depending on the Alcohol Use Disorder Identification Test (AUDIT). No risk and Low risk indicated no alcohol abuse while the three latter classifications, which have an AUDIT score of 8 or more were indication of Alcohol Abuse (WHO, 2001).

3.4 Target population

The study was conducted among youths living in households in Luanda Sub-County. According to the population and housing census (KNBS 2009) Luanda Sub-County was projected to have 25,310 households with a population of 53,621 aged between 18-35.

3.5 Sampling design

3.6. Sample size determination

Sample size was determined using the single population proportion formula as used in Fischer et al, 1977. This gave a provisional size of 384 people as the minimum number of individuals necessary for the study.

An additional 10% was added to bring the final sample size to 422 in order to estimate the study outcome to within $\pm 0.5\%$, allowing for sampling defect. This covered for unexpected attrition. Since the target population was more than 10,000, that is 25,310 households (KNBS, 2009) there was no need for further adjustment to the sample size.

3.7 Sampling procedure

Multi-stage random sampling was applied in the study since no complete list of households with youths was available for Luanda sub-county. The process of multi-stage sampling involved selection of sub-locations, villages and households to yield individual youths in the household -using the ballot system. Selection of 10-sublocations from the 29 sub-location in Luanda sub-county involved printing a list of all the sub-locations. a piece from the stock to make a sample of 10; which was returned before the next pick to ensure there is equal chances of each sub-location to be picked .All 10 sub-locations picked had their villages printed and the random balloting was done to pick one-third of the villages in each sub-location. Next the households were listed in a geo-spatial manner and the random picking occurred to select the households to participate. Two Focus Group Discussions (FGDs) were held comprising of seven members each. To get the members for the FGDs, the researcher identified and selected from the villages randomly during questionnaire administration members who willingly identified themselves during introduction of questionnaire administration as members of such a group as *bodaboda* rider, religious youth leader, administrative (county, sub-county, village, chama) youth leader, university/college student, social mobilizer, farmers, high school students, traders, artisan or driver and who on request acknowledged to be available and willing to participate in the FGD. The investigator, thus engaged the members and purposively selected those who would provide the required information with respect to the objectives of the study. No two or more people from the same cadre were in a similar FGD and care was taken to ensure the persons came from as diverse geospatial sub-locations as possible. This was done in a manner that no two respondents within an FGD came from the same sub-location.

3.8 Inclusion and exclusion criteria

3.8.1 Inclusion criteria

- i. Individuals aged 18-35 years .
- ii. Residents of Luanda Sub-county for the last 1 year.
- iii. Those who gave written consent were included in the study.

3.8.2. Exclusion Criteria

- i. Residents of Luanda sub-county but who are non-Kenyans.
- ii. Respondents who were intoxicated during the time of the study were excluded due to reliability and consistency in their responses.
- iii. Those who declined to give written informal consent despite meeting other conditions.

3.9 Data Collection tool

Two instruments were used to collect data in this study. These were questionnaires and focus group discussions.

3.9.1 Questionnaires

The principal investigator was assisted by four individuals, who were trained on basic research on administering the questionnaires. A pretested questionnaire was administered in either English, Swahili and the dialect of Luhya language spoken in the local area, *Kinyore*, to the member of the household after obtaining informed consent.

3.9.2. Focus group discussions

The investigator organized two focus group discussions from among the youths in the various sub-locations in the sub-county. The FGDs were moderated by the principal investigator. The individual responses for focus group discussions were captured both electronically and in writing.

3.10 Pretesting of data collection tools

To achieve reliability, test re-test of the questionnaire was conducted on the same 39 respondents who were not included in the final study, within a 2 weeks interval. Data collected in this pilot test was analyzed using SPSS. A correlation coefficient (r) of 0.87 was established.

To maximize on validity, AUDIT test which is recommended by WHO for alcohol abuse measurements because it has been tested and validated in several populations, races and ethnicities was used. Content validity was also achieved by a rational analysis of the instrument by the co –investigators /supervisors who are familiar with substance abuse and by extension, experts on the research subject. Adjustments were made on the data collection tools according to the findings of the pretest. Comments made by respondents were incorporated into the final questionnaire.

3.11 Data analysis and presentation

Data was analyzed using Statistical Package for Social Sciences (SPSS) (version 20).

To enable study findings on each question to be fully described, descriptive statistics were analyzed in terms of frequency, percentages and means for socio-demographic factors.

Cross-tabulation using chi square was used to determine the association between the dependent and independent variables. The strength of association of alcohol abuse and socio-cultural factors was assessed using odds ratio measures. Responses from Focus Group Discussions were analyzed using content analysis and summarized into emerging themes.

3.11 Ethical consideration

The proposal for the study was presented to Maseno University Ethics Review committee (MUERC) and National Commission for Science, Technology and Innovation (NACOSTI) for scientific review and ethical approval. Permission to collect data was sought from Vihiga County Director of Public Health and Sanitation. To ensure confidentiality, questionnaires were numbered serially and no names were written by the respondent. Data generated was held confidentially by the principal investigator by use of a safe locker and was used for purpose of the research only. Security codes were assigned for all computerized records such as digitally captured discussions. Participants in need of medical/counseling attention were referred to public health institutions in Vihiga County.

Results and Discussions

4.2 Socio-demographic characteristics of respondents

Most of the respondents 260 (64.2%) were male while 145 (35.8%) were female. Furthermore, 261 (64.44%) respondents were single while 143 (35.31%) were married.

A total of 153 (37.8%) respondents aged between 24-26 were the highest in number, followed by those aged 27-30 who were 91 (22.5%). Only 45 (11.1%) of the respondents were between 18-20 years. The average age of the respondent was 25.65 ± 1.650 years. With regards to educational attainment, slightly half 213 (52.6%) had secondary school level of education while 17 (4.2%) had never attained any level of education.

4.0 Socio-cultural factors associated with alcohol abuse among youths in Luanda Sub-County

4.1.1 Parental alcohol use

A total of 168 respondents indicated that their parents abused alcohol. Of these, 112 (66.7%) abuse alcohol while 56 (33.3%) do not abuse alcohol. A bivariate analysis shows a strong relationship between parental alcohol use and

the respondents alcohol abuse. Those with alcohol using parents are 28.667 times likely to abuse alcohol than those whose parents did not abuse alcohol (OR=28.667, CI=95%[15.516-52.965]). In this study a significant association between alcohol abuse and parental alcohol consumption was found. Those with parents who abuse alcohol are 28.667 times more likely to abuse alcohol than those whose parents did not abuse alcohol. These finding is incoherent with that of Ndegwa et al. (2013) where ever seeing the mother abuse alcohol had marginal significant association with alcohol intake scores and Roche(2001) who found an association between parents who abstain and children who become heavy drinkers later in life. The findings are however in line with White, et al., (2000) who found a strong correlation between parental and children's drinking behavior. Many researchers have tried to explain the pattern of alcohol abuse between child and parent. While some studies have taken a genetic approach (Mayfield et.al. 2008; Kendler et al 2003; Windle and Mrug, 2014) in explaining this, others have maintained the learned behavior approach (Sirera and Mwenje 2014; Grekin, et al., 2005). According to White, et al. (2000), children tend to model the drinking patterns and styles of their parents. This seems to be the case in Luanda sub-county. Ndakalu (2014), argues that excessive alcohol abuse, leading to addiction, depletes family finances leading to poverty and these psychosocial depressors then become a predisposing factor towards alcohol abuse by the younger generation. This could also offer another possible explanation of what is occurring in Luanda sub-county. Mwai et al., (2013) observe that adult children of alcoholic parents have lower self esteem and higher odds of becoming alcoholics.

4.1.2 Spousal alcohol consumption

A total of 261 (64.44%) respondents were single while 143 (35.31%) were married and 1 (0.25%) were specified as other. Of the married, 58 (14.3%) had spouses who consumed alcohol while 86 (21.2%) had spouse who did not consume alcohol (See Fig. 4.1 below).

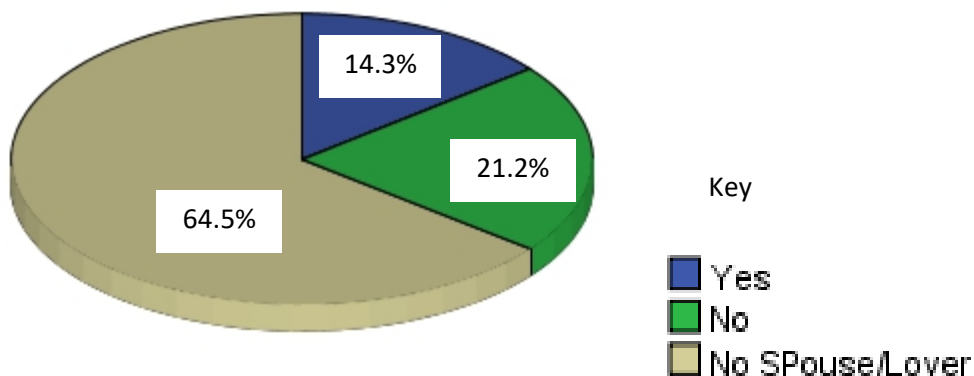


Figure 4.1: Spousal alcohol consumption

A bivariate analysis of spousal alcohol consumption and the respondents alcohol consumption showed that there was a significant relationship between spousal alcohol consumption and the respondents alcohol abuse. Respondents whose spouses consumed alcohol were 0.462 times less likely to abuse alcohol compared to those whose spouses never abused alcohol. (OR=0.462, CI=95% [0.223 -0.955]). Those who had no spouse were 0.834 times less likely to abuse alcohol compared to those whose spouse consumed alcohol OR=0.834 CI=95% [0.437-1.589]. This could either mean that youth who abused alcohol coupled up with youth who never abused alcohol or abuse of alcohol by one of the spouses discouraged the use of alcohol by the other member of the couple in the relationship. The study however does not conform to a study by Kenneth et. al. (2018) which found out that the risk for alcohol use disorder was substantially increased when the partner had an alcohol use disorder and decreased when the partner did not have an alcohol use disorder.

In this study, those who had no spouse were 0.834 times less likely to abuse alcohol compared to those who were in a relationship and with a spouse who consumed alcohol. This was in agreement with Francis et al (2015) who showed that being in a relationship was associated with alcohol abuse. However, it was in disagreement with O'Connell et al (2013) who found that alcohol abuse is higher in unmarried subjects. Robles and Kiecolt-Glaser (2003) argue that unmarried persons are more likely to engage in alcohol abuse than married ones. This does not seem to be the case in Luanda sub-county. The married person with an alcohol abusing spouse has higher odds of alcohol abuse in Luanda. This could be attributed to other social, cultural and economic factors such as material depressors and psychosocial depressors at play.

4.1.3 Peer influence

Respondents were asked if they had any peer in their social group who uses alcohol and whom they spend their time with. A total of 177 (43.7%) of the respondents spent their time with a friend who consumes alcohol while only 42 (10.37%) spent their time alone hence no member of their social group is abusing alcohol. A bivariate analysis of all members of the social groupings against alcohol abuse showed that there was a strong relationship between alcohol abuse and peer influence. A further analysis shows that friendship influence had the greatest association on alcohol abuse (OR=10.012 CI=95% [3.424-29.273]). This means that those who had friends that abuse alcohol, were ten times more likely to abuse alcohol as compared to those who did not. Studies by Takahashi et. al (2017) and Ngesu et al (2008) are generally in agreement with these findings.

Peer pressure has been linked to alcohol abuse either as misconduct by the youth, need for peer involvement and need for peer conformity. (Studer et al., 2014). YohannesBisaBiram and GedionPhilipos (2016) note that peer pressure enables the setting of norms of behavior and normally it develop a

culture that manifests itself in aspects like language, dress, hairstyle, sports, and drinking habits. In Luanda sub-county, this seems the case, whereby youth have influence over other youth and thereby leading to peer influence on alcohol abuse.

Table 4.10: Bivariate analysis: Associated socio-cultural factors of alcohol abuse

		Does one abuse Alcohol or not?	
		Not abusing Alcohol	Abusing Alcohol
Parental alcohol abuse	Yes	56 (33.3%)	112 (66.7%)
	No	215 (93.5%)	15 (6.5%)
	Don't Know	5 (71.4%)	2 (28.6%)
Peer influence	Spouse	46 (90.2%)	5 (9.8%)
	Relative	81 (75.7%)	26 (24.3%)
	Friends	85 (48.0%)	92 (52.0%)
	School/Campus mate	26 (92.9%)	2 (7.1%)
	Alone	37 (90.2%)	4 (9.8%)
	Other	1 (100.0%)	0 (0.0%)
Spousal alcohol consumption	Yes	50 (74.6%)	17 (25.4%)
	No	71 (64.0%)	40 (36.0%)
	No Spouse/Lover	155 (68.3%)	72 (31.7%)
Total		276 (68.1%)	129 (31.9%) (405 (100.0%))

4.1.4 Cultural practices when alcohol is abused

Customs and cultural expectations were of less importance as factors of alcohol abuse. A total of 247 (61.0%) respondents indicated that cultural expectations did not at all influence alcohol abuse. Only 24 (5.9%) indicated that customs largely influenced alcohol abuse to a great extent with 1 (0.2%) indicating a very great extent of influence. Respondents were queried on cultural circumstances likely to encourage alcohol abuse. Alcohol was noted to be of importance in several cultural practices where its abuse among the youth would easily occur. Parties 77 (44.0%) which would be held in the community by youth generally regarded as ‘*bash*’ were the instances when alcohol abuse would occur highest in a cultural context (See Figure 4). From the FGD, it was deduced that most parties would be held to celebrate mostly a birthday party, a meeting, a get-well soon, a home coming, end of year or a finish of school event. Funerals 52 (29.7%) were also a point of cultural-based alcohol abuse as it was reported that the youth would get intoxicated to enjoy the night away and keep vigil during funerals, a phenomenon termed as ‘*disco matanga*’. Among the listed cultural celebrations, alcohol was least abused in circumcision ceremonies 12 (6.9%) by youth (Figure 4). Other 8 (4.6%) named cultural celebrations where alcohol was abused included celebration of the newborns and success in social issues such as passing annual national exams and graduations. (Figure 4).

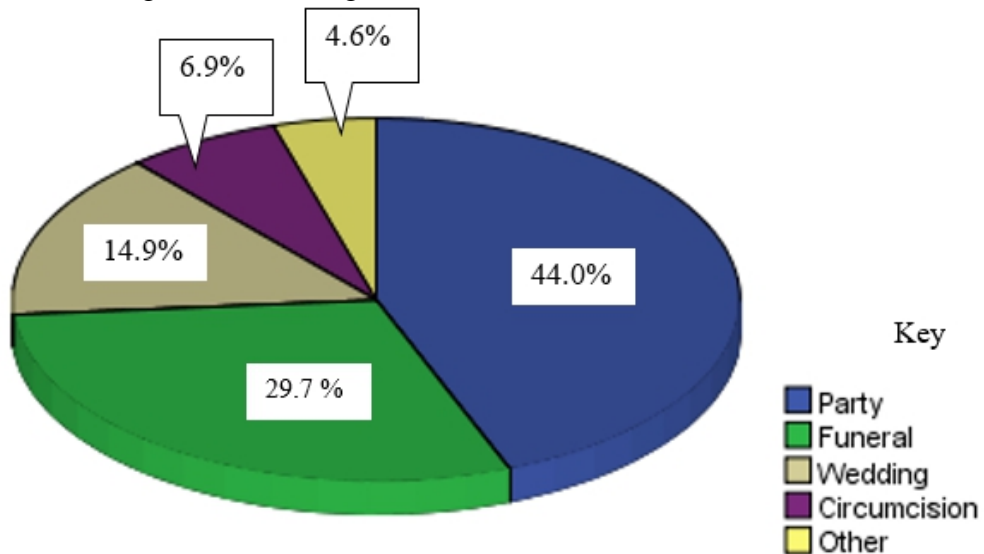


Figure 4: Cultural practices when alcohol is abused

From the FGD, it was deduced that parents were the immediate custodians of customs in Luanda sub-county among the predominant *Wanyore* people and would thus highly influence their children’s alcohol use tendencies, as recognized by respondents.

During the FGD, it was also found out that use of alcohol by the youth was generally abhorred. Customs was noted as the least important causative of alcohol abuse among the youth has been noted.

This is divergent from the findings of Keiwua (2016) who found that 59.2% of the respondents said cultural beliefs and practices advance alcohol abuse and NACADA (2007) found out that the decision to drink by both adults and young people is motivated by a variety of factors, such as cultural acceptability of alcohol.

From the findings of the study, it was also clear from respondents who abused alcohol that they were likely to do so during customary celebrations such as parties (*bash*) and funeral night vigils (*disco matanga*). Among the listed cultural celebrations, alcohol was least abused in circumcision ceremonies. This findings were different from those of Keiwua (2016) where (80%) of the teachers indicated initiation ceremonies as the main cultural practice that advance usage of alcohol by students in Maasai community.

These differences could be showing some cultural differences between the expectations of new initiate among the Maasai and the *Anyole* (Luhya) people.

From the FGD, there is no explicit custom that encourages the youth to use alcohol in the society. Instead, there is a general feeling that it is disrespectful to the head of the household to utilize alcohol while still under their care. The customs abhor alcohol abuse among the youth unless for specific cultural reasons; in which a senior authority within the society oversees the process.

Conclusion

The study established that alcohol abuse in Luanda sub-county is significantly positively associated with parental alcohol consumption. Those with alcohol consuming parents are more likely to abuse alcohol than those whose parents did not consume alcohol. The study further revealed that there are significant negative relationships between spousal alcohol consumption and the respondent's alcohol abuse status among youth in Luanda sub-county. Respondents whose spouses consumed alcohol were less likely to abuse alcohol. Further, the study established a strong relationship between alcohol abuse and peer influence. Those who kept friends that consume alcohol, were ten times more likely to abuse alcohol as compared to those who did not. However, in the study, customs and cultural expectations were of less importance as factors of alcohol abuse among youth in Luanda sub-county. Overall, socio-cultural factors are highly associated with alcohol abuse among youth in Luanda Sub-county.

It is necessary that societal pressure groups increase awareness campaigns on effect of parental alcohol use on youth in Luanda sub-county so

as to reduce alcohol abuse. It is also recommended that there is a need to come up with modalities that will strengthen the cultural aspects that abhor alcohol abuse.

It is recommended that all stakeholders need to step up the eradication of unemployment among the youth in Luanda sub-county. For those in universities and colleges, there is need to getting them into activities that will ensure a productive use of their time; whenever they are off class work. It is also recommended that there is need to financially empower the youth in Luanda sub-county to help reduce alcohol abuse.

References:

1. Aisha, I. M., Ashraf, M. E., Enas, I. E.-M., & Mennat-Allah, A. M. E.-R. (2012). Pediatric Poisoning in Egypt. *Journal of applied pharmaceutical science*, 2(2), 1-6.
2. Arulmurugan, C., Ahmed, S., & Gani, M. (2015). A retrospective study of paradigm and outcome of acute poisoning cases in a tertiary care teaching hospital in Southern India. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 2654-2657. <https://doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20150808>
3. CDC. (2020). *Venomous Snakes: Types of Venomous Snakes*. U.S. Department of Health & Human Services. Retrieved 22nd August from <https://www.cdc.gov/niosh/topics/snakes/types.html>
4. Chen, F., Wen, J.-p., Wang, X.-p., Lin, Q.-m., & Lin, C.-j. (2010). Epidemiology and characteristics of acute poisoning treated at an emergency center. *World journal of emergency medicine*, 1(2), 154.
5. Chien, W.-C., Lin, J.-D., Lai, C.-H., Chung, C.-H., & Hung, Y.-C. (2011). Trends in poisoning hospitalization and mortality in Taiwan, 1999-2008: a retrospective analysis. *BMC Public Health*, 11(1), 703.
6. Connolly, G. N., Richter, P., Aleguas, A., Jr., Pechacek, T. F., Stanfill, S. B., & Alpert, H. R. (2010). Unintentional child poisonings through ingestion of conventional and novel tobacco products. *Pediatrics*, 125(5), 896-899. <https://doi.org/10.1542/peds.2009-2835>
7. Eslami, M., Kousha, S., Fesharaki, M., Kazemi, N., Ghafarzad, A., Zamani, M., & Nia, K. S. (2014). Evaluation prevalence and causes of drug and chemical poisoning in patients referred to emergency wards of Sina Hospital of Tabriz University of Medical Sciences at 2012-13. *Int J Curr Res Aca Rev*, 2, 187-194.
8. Griego, R. D., Rosen, T., Orengo, I. F., & Wolf, J. E. (1995). Dog, cat, and human bites: a review. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 33(6), 1019-1029.
9. Gummin D.D., James B. Mowry, Michael C. Beuhler, Daniel A. Spyrker, Daniel E. Brooks, Katherine W. Dibert, Laura J. Rivers,

- Nathaniel P. T. Pham & Mark L. Ryan (2020) 2019 Annual Report of the American Association of Poison Control Centers' National Poison Data System (NPDS): 37th Annual Report, *Clinical Toxicology*, 58:12, 1360-1541, DOI: 10.1080/15563650.2020.1834219
10. Imodu, I., Afegbua, D., Elike, M., Ishola, I., & Abubakar, A. (2018). Acute Childhood Poisoning in Azare North Eastern Nigeria. *Journal of Advances in Medicine and Medical Research*, 26(3), 1-8. <https://doi.org/10.9734/jammr/2018/41050>
 11. Jeyaratnam, J. (1990). Acute pesticide poisoning: A major global health problem. *Wld. Hlth. Statist. Quart.*, 43, 139-144.
 12. Kenko, N., Fai, P., Ngameni, T., & Mpoame, M. (2017). Environmental and Human Health Assessment in Relation to Pesticide Use by Local Farmers and the Cameroon Development Corporation (CDC), Fako Division, South-West Cameroon. *European Scientific Journal*, ESJ, 13(21), 454 - 473. <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n21p454>
 13. Kenko, N. D. B. (2020). *Pesticide Risk Assessment and Study of the Phytoplankton Community for the Biomonitoring of the Benoe Stream, South-West Cameroon* PhD Thesis, Department of Animal Biology, University of Dschang, p.150.]. Cameroon.
 14. Kenko, N. D. B., Fai, P. B. A., Tasse, T. G. C., Ngameni, T. N., Ngealekeleoh, F., & Mpoame, M. (2017). Assessment of chemical pollution with routine pesticides using PRIMET, a pesticide risk model in the Benoe stream in the South-West Region of Cameroon. *Eur Sci J*, 13(30), 153-172.
 15. Kenko, N. D. B., Ngwe, B. M. U., & Ngameni, T. N. (2020). Five year (2013-2017) trends in poisoning among patients of the Buea Regional Hospital, South-West Region (Cameroon). *Brazilian Journal of Biological Sciences*, 7(16), 209-216. [https://doi.org/https://doi.org/10.21472/bjbs\(2020\)071607](https://doi.org/https://doi.org/10.21472/bjbs(2020)071607)
 16. Liisanantti, J. (2012). *Acute drug poisoning: outcome and factors affecting outcome* (Publication Number 1154) University of Oulu Graduate School]. Oulu, Finland.
 17. Loughlin, F. (2020). *Understanding the long-term effects of dog bite injuries*. Retrieved 22nd August from <https://www.lflaw.com/understanding-the-long-term-effects-of-dog-bite-injuries/>
 18. Maharani, B., & Vijayakumari, N. (2013). Profile of poisoning cases in a Tertiary care Hospital, Tamil Nadu, India. *Journal of applied pharmaceutical science*, 3(1), 91.

19. Mahdi, B.-M., & Mohammad, A. (2014). *Basic and Clinical Toxicology of Organophosphorus Compounds*. Springer-Verlag <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-5625-3>
20. Manfo, F. P. T., Moundipa, P. F., Déchaud, H., Tchana, A. N., Nantia, E. A., Zobot, M. T., & Pugeat, M. (2012). Effect of agropesticides use on male reproductive function: a study on farmers in Djutitsa (Cameroon). *Environmental toxicology*, 27(7), 423-432.
21. Mas-Morey, P., Visser, M. H. M., Winkelmoen, L., & Touw, D. J. (2012). Clinical Toxicology and Management of Intoxications With Synthetic Cathinones (“Bath Salts”). *Journal of Pharmacy Practice*, 26(4), 353-357. <https://doi.org/10.1177/0897190012465949>
22. Moazzam, M., Al-Saigul, A., Naguib, M., & Al Alfi, M. (2009). Pattern of acute poisoning in Al-Qassim region: a surveillance report from Saudi Arabia, 1999–2003. *Eastern Mediterranean Health Journal*, 15(4), 1005-1010.
23. Morris, C., Savy, C., Judge, S., & Blain, P. (2014). Acute Toxicity of Organophosphorus Compounds. In B. Mahdi & A. Mohammad (Eds.), *Basic and Clinical Toxicology of Organophosphorus Compounds* (pp. 45-78). Springer. <https://doi.org/DOI 10.1007/978-1-4471-5625-3>
24. Oreby, M., Maklad, A., Shihab, N., & Kassem, H. (2016). Prediction of Outcome of Acutely Intoxicated Patients Admitted To Intensive Care Unit in Mansoura-Dakhliya Governorate-Egypt. *Ain Shams Journal of Forensic Medicine and Clinical Toxicology*, 26(1), 140-150.
25. Ramazan, Ö., Benan, B., Özlem, T., Bilgehan, Y., & Gülsev, K. (2012). Thirty-three-year experience on childhood poisoning. *The Turkish Journal of Pediatrics*, 54, 251-259.
26. Saravi, B. M. (2013). Prevalence of Non-drug Poisoning in Patients Admitted to Hospitals of Mazandaran University of Medical Sciences, 2010-2011. *Acta informatica medica*, 21(3), 192.
27. Sinicropi, M. S., Amantea, D., Caruso, A., & Saturnino, C. (2010). Chemical and biological properties of toxic metals and use of chelating agents for the pharmacological treatment of metal poisoning. *Arch Toxicol*, 84(7), 501-520. <https://doi.org/10.1007/s00204-010-0544-6>
28. Sonchieu, J., Azouline, M., & Ngassoum, B. M. (2018). Investigation on Five Years (2010-2014) Food Poisonings Recorded in Bamenda and Ndop Public Hospitals, Cameroon. *Health Science and Disease*, 19(3), 100-106.
29. Tejas, P., Kartik, P., Rakesh, T., & Saumil, M. (2013). Acute Chemical and Pharmaceutical Poisoning Cases Treated in Civil Hospital, Ahmedabad: One year study. *ASIA PACIFIC JOURNAL of MEDICAL TOXICOLOGY*, 2(2), 63-67.

30. Tsalkidis, A., Vaos, G., Gardikis, S., Kambouri, K., Tripsianis, G., Mantadakis, E., Paraskakis, E., & Chatzimicael, A. (2010). Acute Poisoning among Children Admitted to a Regional University Hospital in Northern Greece. *Central European journal of public health*, 18(4), 219-223. <https://doi.org/10.21101/cejph.a3617>
31. Uges, D. (2001). What is the definition of a poisoning? *Journal of Clinical Forensic Medicine*, 8(1), 30 - 33. <https://doi.org/https://doi.org/10.1054/jcfm.2000.0465>
32. Viau, C., & Tardif, R. (2003). Toxicologie. In M. Gérin, P. Gosselin, S. Cordier, C. Viau, P. Quénel, & E. Dewailly (Eds.), *Environnement et santé publique : Fondements et Pratiques* (pp. 119-143). Edisem.
33. WHO. (2019). *Suicide*. World Health Organization. Retrieved 22nd August 2020 from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/suicide>
34. WHO. (2020a). *Environmental health in emergencies: poisoning*. World Health Organization. Retrieved 20th August from https://www.who.int/environmental_health_emergencies/poisoning/en/
35. WHO. (2020b). *Health Topics : Snakebite Envenoming*. World Health Organization. Retrieved 22nd August from https://www.who.int/health-topics/snakebite#tab=tab_1
36. Zardosht, M., Dastoorpoor, M., Hashemi, F. B., Estebarsari, F., Jamshidi, E., Abbasi-Ghahramanloo, A., & Khazaeli, P. (2016). Prevalence and Causes of Self Medication among Medical Students of Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran. *Global Journal of Health Science*, 8(11), 150. <https://doi.org/10.5539/gjhs.v8n11p150>
37. Zeinab, A. E. A.-E., & Badar, A. A. M. (2014). Pattern of acute poisoning in Al Majmaah region, Saudi Arabia. *American Journal of Clinical and Experimental Medicine*, 2(4), 79-85. <https://doi.org/10.11648/j.ajcem.20140204.15>

Une hyperéosinophilie révélatrice d'un Syndrome de CHURG et STRAUSS

Djaha Kouassi Jean-Mermeze

Gbané Mariam

Hounsounou Mariano

Michozounou Muriel

Coulibaly Abidou Kawélé

Diomandé Mohamed

Ouattara Baly

Eti Edmond

Service de Rhumatologie CHU de Cocody, Abidjan-Côte-d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n14p140](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p140)

Submitted: 21 December 2020

Accepted: 05 April 2021

Published: 30 April 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Jean-Mermeze D.K., Mariam G., Mariano H., Kawélé C.A., Mohamed D., Baly O. & Edmond E. (2021). *Une hyperéosinophilie révélatrice d'un Syndrome de CHURG et STRAUSS*. European Scientific Journal, ESJ, 17(14), 140. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p140>

Resume

Le syndrome de Churg et Strauss est une vascularite nécrosante et granulomateuse systémique des petits et moyens vaisseaux. Nous rapportons un cas de syndrome de Churg et Strauss révélé par un asthme fébrile, une polyarthralgie et une hyperéosinophilie dans un contexte d'altération de l'état général. La recherche d'ANCA au bilan immunologique était négative. La biopsie cutanée n'a pas montré de granulome extravasculaire. L'évolution était favorable sous traitement.

Mots-clés : Polyarthralgie, asthme, hyperéosinophilie, Churg-Strauss

Hypereosinophilia Indicative of CHURG and STRAUSS Syndrome

Djaha Kouassi Jean-Mermeze

Gbané Mariam

Hounsounou Mariano

Michozounou Muriel

Coulibaly Abidou Kawélé

Diomandé Mohamed

Ouattara Baly

Eti Edmond

Service de Rhumatologie CHU de Cocody, Abidjan-Côte-d'Ivoire

Abstract

Churg-Strauss syndrome is a systemic necrotizing and granulomatous vasculitis of the small and medium vessels. We report a case of Churg-Strauss syndrome revealed by febrile asthma, polyarthralgia and eosinophilia in a context of deterioration of general condition. The ANCA research for immunologic balance sheets was negative. Skin biopsy did not show extravascular granuloma. The evolution was favorable under treatment.

Keywords: Polyarthralgia, asthma, hypereosinophilia, Churg-Strauss

Introduction

Le syndrome de Churg et Strauss (SCS) est une vascularite systémique décrite pour la première fois en 1951 par Jacob Churg et Lotte Strauss comme un syndrome associant un asthme sévère, une fièvre, une hyperéosinophilie, une neuropathie périphérique et des signes d'atteintes cardiaques et rénales (Churg & al, 1951). Le système nerveux central est plus rarement touché (Noth & al, 2003 ; Guillevin & al, 1999). Nous rapportons un cas de syndrome de Churg Strauss chez une patiente de 31 ans immunocompétente hospitalisée dans le service de rhumatologie du CHU de Cocody à Abidjan en Côte d'Ivoire.

Observation

Une patiente de 31 ans immunocompétente hospitalisée dans le service de rhumatologie pour une polyarthralgie inflammatoire bilatérale, asymétrique, migratrice. Cette polyarthralgie évoluait depuis 2 mois par poussée et rémission intéressant les chevilles, les genoux, les épaules, le coude gauche et les mains avec des acroparesthésies des mains et des pieds sans douleurs musculaires associés. Le tableau clinique évoluait dans un

contexte de fièvre intermittente avec une altération de l'état général. La patiente avait aussi un asthme de découverte récente depuis 11 mois associé à un purpura et une urticaire sur le tronc et les membres, de nodules apparus sur le cuir chevelu depuis 2 mois. Elle n'avait pas de douleur abdominale, ni de nausées, ni de vomissements, ni de diarrhée, ni de toux ni de douleur thoracique ni de notion d'allergie répétée ni de terrain atopique.

L'examen physique a objectivé une fièvre à 38,7°C ; une douleur cotée à 7/10 sur l'échelle visuelle analogique ; un indice articulaire à 09, une amyotrophie des éminences thénar et hypothénar et des interosseux plus marquée à gauche sans déformations articulaires associées, un déficit du fléchisseur commun des doigts à gauche (figure 1) ; une hypoesthésie cutanée des pieds plus marquée à gauche.



Figure 1 : Déficit du fléchisseur commun des doigts droit et gauche

A l'examen on notait aussi des lésions cutanées purpuriques à la face antéro-interne de la cuisse gauche (figure 2).



Figure 2 : Lésion cutanées purpuriques de la cuisse gauche

La biologie montrait : un syndrome inflammatoire (CRP à 48 mg/L, VS à 115 mm), une anémie normochrome normocytaire à 9,1g/dl, globules blancs = 13650 / mm³, une hyperéosinophilie à 7520 / mm³, l'urée = 0,20 g/l, la créatinine = 9 mg / l, protéinurie des 24 h = 80 mg /24 h.

La recherche d'ANCA était négative au bilan immunologique.

La biopsie cutanée faite n'a pas montré de granulome extravasculaire. La radiographie pulmonaire notait des infiltrats alvéolaires mal systématisés (figure 3).

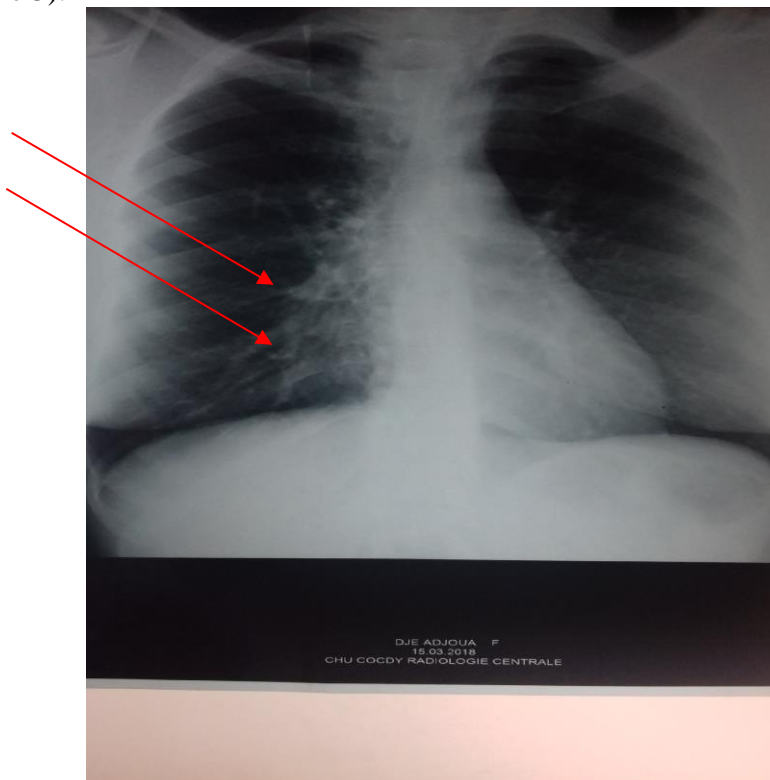


Figure 3 : Radiographie pulmonaire montrant des infiltrats alvéolaires mal systématisés

Les radiographies des mains et des avant-pieds ne notent pas de lésions ostéo-articulaires.

Le diagnostic de Syndrome CHURG et STRAUSS a été retenu devant l'asthme tardif, la fièvre, la polyarthralgie, l'altération de l'état général, le purpura et l'hyperéosinophilie à 7520 / mm³.

Elle a été mise sous traitement fait de corticothérapie et d'immunosuppresseurs (cyclophosphamide) et d'une rééducation des mains.

L'évolution sous ce traitement a été très favorable avec régression des symptômes après un recul d'un an.

Discussion

Le syndrome de Churg et Strauss est une affection rare et est parmi les moins fréquentes des vascularites systémiques (Lhote & al, 2007). Il peut toucher tous les âges avec une fréquence maximale entre 30 et 50 ans (Lhote & al, 2007) comme chez notre patiente qui avait 31 ans. Les arthralgies sont les plus fréquentes des manifestations articulaires et associées aux myalgies participent au syndrome algique.

Toutes les articulations peuvent être atteintes et les arthralgies sont souvent migratrices (Lhote & al, 2007) tel que observée dans notre cas avec une polyarthralgie migratrice. Notre patiente avait un asthme tardif comme le rapporte la littérature (Solans & al, 2001 ; Sable & al, 2005 ; Sinico & al, 2005) avec un asthme présent chez 100 % des patients ayant un syndrome de Churg et Strauss. Les lésions cutanées à type de purpura ont été retrouvées chez notre patiente. Une atteinte cutanée est retrouvée chez 40 à 75 % des patients (Guillevin & al, 2012). Il s'agit d'un purpura palpable, souvent nécrotique ayant du corps (Guillevin & al, 2012). Le purpura était présent dans les études de Haas & al, 1991 et de Reid & al, 1998 à des proportions respectives de 25 % et 26 %. Des signes neurologiques présents étaient : une amyotrophie des éminences thénar et hypothénar et des interosseux plus marquée à gauche, un déficit du fléchisseur commun des doigts à gauche, de l'extenseur de l'avant-bras gauche et une hypoesthésie cutanée des pieds plus marquée à gauche. Les atteintes neurologiques sont fréquentes au cours du SCS selon la littérature (Della & al, 2002 ; Keogh & al, 2003 ; Sable & al, 2005) et sont le plus souvent des neuropathies périphériques. L'atteinte du système nerveux central est rare et est un facteur de mauvais pronostic (Guillevin & al, 1996). Une hyperéosinophilie à $7520 / \text{mm}^3$ a été retrouvée à la biologie. L'association d'un asthme, d'une fièvre, d'une altération de l'état général et d'une hyperéosinophilie $> 1500 / \text{mm}^3$ permet de faire le diagnostic de syndrome de Churg Strauss (Guillevin & al, 2012). La recherche d'ANCA était négative chez notre patiente.

Les ANCA sont présent dans 35 à 40 % des cas dans le Syndrome de Churg et Strauss (Sable & al, 2005 ; Sinico & al, 2005). L'évolution de notre patiente était bonne sous corticothérapie et immunosuppresseur (cyclophosphamide) après un recul d'un an. Le syndrome de Churg-Strauss fait appel à l'administration de glucocorticoïdes dont l'activité anti-éosinophilique est remarquable et d'un immunosuppresseur principalement le cyclophosphamide ou l'azathioprine dans les formes graves (Cogan & al, 2007).

Conclusion

Devant un asthme fébrile associé à une polyarthralgie et à une hyperéosinophilie supérieure à 1500/ml dans un contexte d'altération de l'état

général, il faut penser à une vascularite type CHURG et STRAUSS. La recherche d'ANCA au bilan immunologique peut être négative. La biopsie cutanée peut être non contributive. Devant toute hyperéosinophilie, il ne faut pas occulter le syndrome de CHURG et STRAUSS dans la recherche étiologique. Le SCS est rare, il est le premier cas que nous avons diagnostiqué dans le service de rhumatologie. La prise en charge est faite par les corticoïdes et les immunosuppresseurs.

References :

1. Churg J. & Strauss L. (1951). Allergic granulomatosis, allergic angiitis and periarteritis nodosa. *Am J Pathol* ; 27 : 277-330.
2. Noth I., Streck ME. & Leff AR. (2003). Churg-Strauss Syndrome. *Lancet* ; 361 : 587-94.
3. Guillevin L., Cohen P., Gayraud M., Lhote F., Jarousse B. & Casassus P. (1999). Churg-Strauss syndrome. Clinical study and long-term follow-up of 96 patients. *Medicine* ; 78 : 26-37.
4. Lhote F. (2007). Syndrome de Churg et Strauss. *Presse Med* ; 36 : 875-89.
5. Solans R., Bosch JA., Perez-Bocanegra C., Selva A., Huguet P., Alijotas J. & al. (2001). Churg-Strauss syndrome : outcome and long-term follow-up of 32 patients. *Rheumatol* ; 40 : 763-71.
6. Sablé-Fourtassou R., Cohen P., Mahr A., Pagnoux C., Mouthon L., Jayne D. & al. (2005). Anti-neutrophil cytoplasmic antibodies and the Churg-Strauss syndrome. *Ann Int Med* ; 143 : 632-8.
7. Sinico RA., Di Toma L., Maggiore U., Bottero P., Radice A., Tosoni C. & al. (2005). Prevalence and clinical significance of antineutrophil cytoplasmic antibodies in Churg-Strauss syndrome. *Arthritis Rheum.* ; 52 : 2926-35.
8. Guillevin. L. (2012). La granulomatose éosinophilique avec polyangéite (Syndrome de Churg et Strauss). *Presse med* ; 41 : 1004-13.
9. Hass C., Geneau C., Odinet De Jaeger C., Lavner M., Lowenstein W., Choubrac P. & al. (1991). L'angéite allergique avec granulomatose : Syndrome de Churg et Strauss. Etude rétrospective de 16 observations. *Ann Med Interne (Paris)* ; 142 : 335-42.
10. Reid AJ., Harrison BD., Watts RA., Watkin SW., McCann BG. & Scott DG. (1998). Churg-Strauss in district hospital. *QJM* ; 91 : 219-29.
11. Della Rossa A., Baldini C., Tavoni A., Tognetti A., Neglia D., Sambuceti G. & al. (2002). Churg-Strauss syndrome : clinical and serological features of 19 patients from a single Italian centre. *Rheumatology (Oxford)* ; 41 : 1286-94.

12. Keogh KA. & Specks U. (2003). Churg-Strauss Syndrome : clinical presentation, antineutrophil cytoplasmic antibodies and leukotriene receptor antagonist. *Am J Med* ; 115 : 284-90.
13. Sable-Fourtassou R., Cohen P., Mahr A., Pagnoux C., Mouthon L., Jayne D. & al. (2005). Antineutrophil cytoplasmic antibodies and the Churg-strauss syndrome. *Ann Intern Med* ; 143 (9) : 632-8.
14. Guillevin L., Lhote F., Cacassus P., Cohen P., Jarrousse B. & Lortholary O. (1996). Prognostic factors in polyarteritis nodosa and Churg-Strauss Syndrom. A prospective study in 342 patients. *Medicine* ; 75 : 17-28.
15. E. Cogan. & F. Roufosse. (2007). Eosinophilie, syndrome de Churg-Strauss et Syndrome hyperéosinophilique. *Rev Med Int* ; 28S : S256-S58.



Histopathology and Anticolon Cancer Effects of Turmeric Ethanollic Extracts in Wistar Rats

Simeon-Lancelot, Dumomangi Dorcas, MSc

Okolie, Nnaemeka Jireh Cosmas, Prof

Department of Medical Laboratory Sciences, Faculty of Health Sciences,
Imo State University, Owerri, Nigeria

Mac-Fiberesima, Gborieneomie, PhD

Department of Medical Microbiology/Parasitology, University of Port
Harcourt Teaching Hospital Rivers State, Nigeria

Felix M. Onyije, PhD

Department of Medical Laboratory Science, Faculty of Basic Medical
Sciences College of Health Sciences Niger Delta University, Wilberforce
Island Yenegoa, Bayelsa State, Nigeria

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n14p147](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p147)

Submitted: 18 June 2019

Accepted: 18 December 2019

Published: 30 April 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Dumomangi Dorcas S-L, Jireh Cosmas O.N., Gborieneomie M-F. & Onyije F.M. (2021). *Histopathology and Anticolon Cancer Effects of Turmeric Ethanollic Extracts in Wistar Rats*. European Scientific Journal, ESJ, 17(14), 147. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p147>

Abstract

Colon cancer is cancer that begins in the large intestine. It usually begins as small, non cancerous clumps that form inside the colon. It typically affects older adults and can occur at any age. The aim of this study is to investigate the histopathological changes of the colon of rats experimentally induced with cadmium chloride as well as the anticancer effect of the ethanollic extract of *Curcuma longa*. Thirty six healthy albino rats of both sexes were classified into six groups with each group comprising of five rats as follows ; group I: normal control rats, group 2: Cadmium Chloride induced rats, group 3: Aduracil-5 fluorouracil treated rats, Group 4: dimethyl sulfuroxide treated rats, groups 5 and 6 rats were treated with 875mg/kg and 437.5mg/kg of *Curcuma* ethanollic extracts respectively after initial induction of cancer with cadmium chloride. Comparative observation of the cadmium induced colon showed histopathological damage as evidenced by empty goblet cells,

lacerated and suppressed mucosa, destruction of the surface epithelium, features which were lacking in the control and *Curcuma longa* treated colon. *Curcuma* treated colon exhibited marked improvement of the histomorphology whilst cadmium treated colon clearly showed tumor cells, cancer cells or invasive inflammatory cells. Adrucil-5fluorouracil {an established anti colon cancer drugs} treated colon showed mild improvement in the histomorphology of the colon while the dimethyl sulfuroxide treated colon revealed an insignificant impact. The ameliorative effect on rat colon occasioned by administration of *Curcuma* ethanolic extract suggests that the plant product may have therapeutic activity against colon inflammation in albino rats.

Keywords: Curcumin, Histopathology, Cadmium Chloride, Wistar Rats, Anti-colon Cancer, Carcinogen

Introduction

Colon cancer, a disease of the large intestine is now of great public health concern all over the world. (Chan *et al.*, 1983) Dietary factors are considered to play a major role in cancer etiology. Cancer is a serious clinical problem that poses significant social and economic challenges to the healthcare system (DeVincenzi *et al.*, 1991). Despite improved imaging and molecular diagnostic techniques, colon cancer continue to affect millions of people globally (Bardin *et al.*, (2014). Colorectal cancer is the third most common and leading cause of cancer related mortality (Ableman, 1993) cadmium is a toxic, hazardous and carcinogenic non essential heavy metal found in the air, water, soil and food. It is known to produce toxic effects in humans as well as in rats. The agency for toxic substance and disease registry (ATSDR) in Atlanta Georgia has listed cadmium as number 7 in its top 20 list of hazardous substances. Brouck *et al.*, (1975) interestingly, in contrast to the toxic activity of cadmium chloride. Inducing wistar rats with cadmium chloride initiated a drastic histopathological change in the architecture of the colon. Alteration of the mucosa epithelial glands were destroyed. So turmeric was used to treat this condition for a period of 14 to 56 days, It was reported that high dose of turmeric extract exhibited considerable protective efficacy in the rats than the low dose turmeric ethanolic extract treated rats. (Huang *et al.*, 1987). Thus with these properties, this study intend to examine the histopathology changes in the colon associated with cadmium chloride necrosis, inflammation and ulceration. Hence, the aim ascertain the efficacy *curcumin* in rendering protection against cadmium chloride induced colonic toxicity at the cellular level.

Methods

Collection of samples

Rhizomes of turmeric plants were bought from oil mill Market, in Port Harcourt, Rivers State. Properly cleaned of soil and dust by washing with tap water.

Plant extraction

After collection, the rhizomes were allowed at room temperature (25°C – 30°C) to constant room weight over a period of seven 30days. The rhizomes were taken to market, and pulverized by an industrial blending mechanize. A fine golden yellow earthy' smelling powder was obtained *Curcumin* powder. It is a warm bitter and pepper like flavor earthy mustard like-aroma. The powder was dissolved in ethanol, allowed for 72hrs for properly maceration and subsequently evaporated in a desiccation and obtained a fine extract. After the extract was taken and filtered by using a 0.45 millipore filter paper. With a rotary evaporator at 40°C and 200rpm and subsequently, on a steam bath at 40°C. The semi-solid extract obtained was bottles and labeled accordingly. The fine dark brown extracts were stored in desiccators at room temperature until when the need arises.

Experimental design

Thirty-six (36) animals were divided into 6 groups, 6 rats in each group.

Group 1 (normal) with six animals

Group 2 (negative control) had six animal

Group 3 (positive control) had six animal

Group 4 (TEE – group low dose)

Group 5 (TEE – group High dose)

Group 6 (Dimethyl Sulphuroxide)

Through out the experiment, group 1 animal were not treated but were given free access to normal animal feed and water *adlibium*.

Group 2 animals were induced with Cadmium Chloride

Group 3 animals were induced with cadmium chloride latter were treated with standard Adrucil – 5- fluorouracil anticolon cancer drug.

Group 4 and 5 were treated with turmeric ethanolic extract 437. 5mg/kg low dose, while 875mg/kg represent high dose respectively. While group 6 was treated with DMSO. On day 14, 28, 42, 56 from each group rats were humanely sacrificed using diethyl ether as anesthesia, colon harvested for assessment and examination.

Challenging Apparently healthy Animal with Cadmium Chloride

Thirty (30) animal (groups 2- 6) were challenged with an induction dose of 20mg/kg of cadmium chloride. After induction, we observed signs like

weakness, anorexia, non-productive cough, watering stool, standing of the hairs or furs. Sluggishness, non-agility. the animals were prepared for treatment.

Preparation of the extract concentration and anticancer drug

The brown colour paste of turmeric extract were prepared by dissolving 5mg in 1ml of dimethyl sulfuroxide (DMSO) which was given to the rats by gavage. 0.02ml of Adrucil -5flourouracil (500mg/10ml) was administered intraperitoneally to rats respectively.

Organ collection and assessment

After the animals were anaesthetized with diethyl ether in a desiccators, the colon was removed aseptically and was weighed and was kept in 10% buffered formaline for histological analysis.

Histopathology studies

Formalin fixed colon were removed from fixative and various histological procedures were conducted on the colon noting the length and its colour.

Grossing; received a colon tissue with smooth external surface measuring 11 x 1.0cm with grayish to tan in colour. It was cut to a size of 2mm to 4mm thickness. This was done to allow the fixative to readily penetrate the tissue.

Ascending grades of alcohol; the tissue was exposed to different concentrations of alcohol for processing by standard method described by Baker (1945). The various stages includes

Dehydrate; using ascending grade of alcohol concentration 2hour in each

Clearing; using two changes of xylene to remove alcohol.

Impregnation in two changes molten paraffinic wax. This step will take 2 hrs in each solution

Embedding in mould to give it a solid and firm support.

Microtomy; cutting tissue blocks into sections. colon tissues are sectioned using the precision device called the microtomy.

Staining colon sections with hematoxyhn and Eosin (H xE) and finally mounting it with a DPX mountant, cover slip and view under a light microscope.

Results

The effects of cadmium chloride in wistar rats resulted in a decreased activity rate in the rats. The animals at certain point were losing the furs on them, they look emaciated and became small physically. Some of the animals

died. Cadmium chloride was administered intrarectally to all the animals. A slight decrease in their feeding as well as in sleeping habit was observed. The rats in normal control group were given only food and water all through the treatment period. There was no death recorded. The histopathology report reveals that the colon mucosa epithelial remained normal. No sign of toxicity seen. The rats in Adrucil-5-flourouracil group were treated with 0.5ml of 40mg/kg of Cdcl for cancer induction. Then after 28 days were treated with 0.2ml of 500mg/10ml adrucil 5-flourouracil from day 28 to day 56, 2 rats were recorded dead, the histology reveals that there was mild mucosal disruption.

The rats in Cadmium control group were treated with only cadmium chloride from day 0 to 28 days and was observed for the rest of the experimental period. Three (3) rats were recorded dead, the histology reveals severe laceration of the colon mucosal. The rats in the low and high dose Curcumin extract group were treated with 0.25ml (437.5mg/kg) and 0.5ml (875mg/kg) daily orally from day 28 to day 56 of the treatment period, no death was however recorded. Histology reveals no healing and eodenatous mucosa. The rats in the DMSO group were treated with 0.2ml of dimethyl surlfuroxide orally from day 28 to day 56 of the treatment period. DMSO was used to dissolve *Curcumin* extract. It was reported to have anti-cancer property hence we decided to make a group to ascertain that claim. Three (3) rats died in this group. Histology report reveals severe mucosal ulceration and inflammation.

The weight of the colon after administration of Cadmium Chloride (CdCl₂) as shown in table 4 revealed that there was no weight gain in the colon of the experimental rat in the Adrucil control, but at day 42 and 56 in the Cadmium group as a result of edematous and inflammatory action of Cadmium on the mucosa walls of the colon ensured weight gain. During Cadmium Chloride induction, there was increased stool consistency scores, Cadmium decreased weekly weight gain this finding is consistent with previous reports by (Chiarenza *et al.*, 1989).

Table 1: Grossing Report of Rat Colon in control, Cadmium, Adrucil and DMSO Groups

Normal Control Group	The proximal and distal portions of the colon was the target for investigation. Normal colons shows smooth external surface with no obvious abnormally or defect present. The physical appearance is grayish white measuring 6.0 x 1.0cm.
Cadmium Group	Colon showed undulating surface measuring 6.0x2.5cm showing a tan to dark colour
Adrucil Group	Colon showed smooth external surface measuring 6.0x2.0cm showing grayish to tan colour appearance.
Dimethyl Sulfur Oxide Group	Colon tissue showed undulating and irregular shape measuring 6.0x2.0cm, showing soft to firm constituency appearing grayish white.

Keywords:

Normal: (Animals not expose to any form of treatment but were fed *ad libitum*)

Adrucil group (Animals treated with anti-colon drug)

Dimethyl Sulphuroxide group (Animal treated with Dimethyl Surfur Oxide)

Table 2: Grossing Report of Animal Colon Treated with Ethanolic Extract

Day 7 (TEE,LD)	Received colon showed smooth external surface and patchy area of dilated areas measuring 7. 1 x 1.5cm
Day 7 (TEE,HD)	Received colon showed Undulating external surface, firm and distended areas with tan colour measuring 6.7x 2.0cm
Day 14 (TEE,LD)	Received partly tan to grayish white colon with firm portions having undulating surface length measuring 7.0 x 2.0cm
Day 14 (TEE,HD)	Received colon showed firm tumor measuring 3x1.5cm with soft areas at distal regions of the colon measuring 6.0 x 4.0cm
Day 28 (TEE,LD)	Received colon showed soft grayish undulating external surface measuring 6.5 x 1.5cm
Day 28 (TEE,HD)	Received colon showed undulating smooth external surface with grayish white colour measuring 6.5 x 1.5cm
Day 42 (TEE,LD)	Received colon showed smooth external surface with partly grayish colour measuring 6.0 x 1.0cm
Day 42 (TEE,HD)	Received colon showed smooth external surface partly grayish colour measuring 6.0 x 1.0cm
Day 56 (TEE,LD)	Received colon showed smooth grayish colour and pasty tan measuring 6.0 x 1.0cm
Day 56 (TEE,HD)	Received colon showed smooth grayish colour appearance measuring 6.5x1.0cm

Keywords:

TEE, LD: (Rats treated with low dose turmeric ethanolic extract)

TEE,HD: (Rats treated with high dose turmeric ethanolic extract)

Table 3: Colon Weight Gain after Cadmium Administration in the Control Groups

Colon weight of rat in various groups.	Days	14	28	42	56
	Colon weight in grams(g)				
Normal control		0.01	0.01	0.01	0.01
Adrucil -5-flourouracil group		0.01	0.01	0.01	0.01
Cadmium group		0.02	0.02	0.03	0.03

Table 4: Histopathological Scoring of Rat Colon after Cadmium Induction and ric

Groups	No of Rats	Cdcl ₂ 40mg/kg (Day 0)	Histopathology Report After Induction	Adrucil 500mg/10mls (Day 7)	Curcumin Extract 437.5/875mg/kg (Day 14)	DMSO 0.2mls (Day 28)	No of Death (Day 42)	Histopathology Report After Treatment (Day 56)
Normal Control	9	-	No Ulceration or inflammation.	-	-	-	Nil	Normal colon
Cadmium Control	9	0.5	Severe necrosis	-	-	-	3	Lacerated colon
Adrucil Control	9	0.2	Severe Inflammation	0.2	-	-	2	Mild Mucosal disruption
Curcumin Low Dose	9	0.5	Severe laceration	-	0.5	-	Nil	Complete reversal/repair
Curcumin High Dose	9	0.25	Severe ulceration	-	0.25	-	Nil	Mucosal epithelia intact
DimethylSulfur Oxide	9	0.2	Severe ulceration	-	-	0.2	3	Moderate ulceration...

Histological Plates of the Colon **Photomicrograph of the Rat Colon**

The histopathology profile of the animal colon in Normal control group (Plate 1) reveals no aberrations, laceration, and the goblet cells present were filled, the mucosal *epithelial remain intact*. *The Photomicrograph of colon showing histopathological profile of the animal colon treated with Andrucil -5 flourouracil standard in positive control (Plate 2, 7 and 12) showed localized area of glands within the mucosa, forming vague lymphoid follicules, enlarged goblets cells and lacerated muscular layer, reveals mucosal damage.* The photomicrograph of rat colon in damage control treated with Cadmium Chloride (CdCl₂) (plate 3, 8 and 13) showed blunt, suppressed and obviously delineating histopathological damage and total damage to the goblets cells were seen. Severe necrosis, inflammation and ulceration was seen and no smooth muscles. The photomicrograph of colon treated with {DMSO} (plate 4, 9 and 14) revealed severe inflammation as well as marked necrosis. The photomicrograph of colon treated with low dose turmeric ethanolic extract (plate 5, 10 and 15) revealed mild ulceration of the mucosal epithelial cell while the high dose turmeric ethanolic extract (plate 6, 11 and 16) displayed mild inflammation of the goblets cells with improved histomorphology suggesting that turmeric extracts exhibited anti-inflammatory responses to the histopathological damaged by cadmium.

Mucosa Epithelia
Lamina Propria
Epithelium
Intestinal Glands
Muscularis mucosa

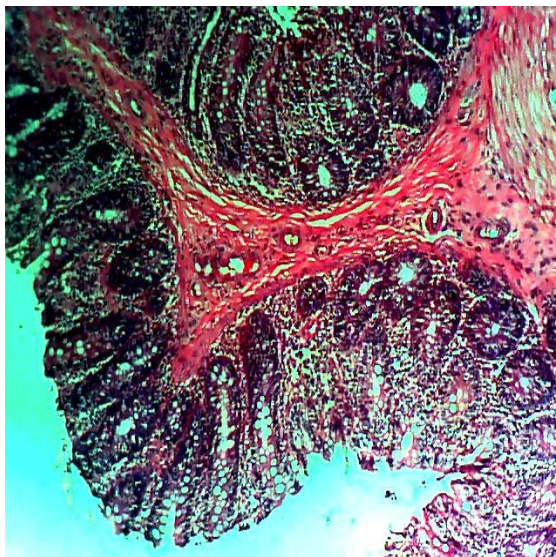


Plate 1: Photomicrograph of Normal colon
(Hematoxylin and eosin stain). Magnification X10. day 28

Normal group;

Photomicrograph of colon tissue of normal rats showing normal histo-architecture with the epithelium, muscularis mucosa, intestinal glands, lamina propria and mucosa epithelia were seen intact no laceration or ulceration, no aberration in the colonic mucosa.

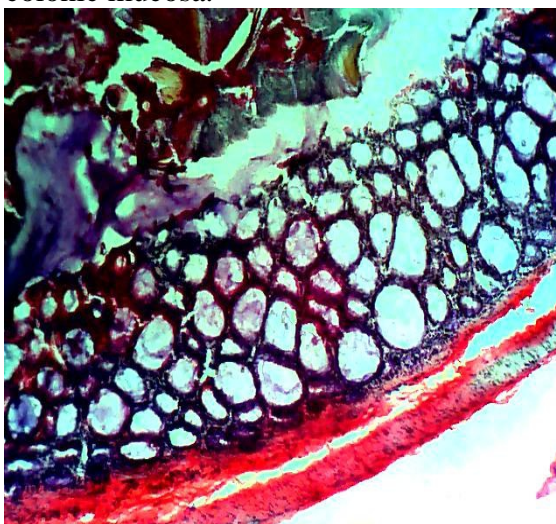


Plate 2: Photomicrograph of the colon of Adrucil-5-flourouracil treated Colon.
(Hematoxyline and eosine stain .MagnificationX10) day 28

Photomicrograph of colon tissue showing localized area of glands within the mucosa, forming vague lymphoid follicles, enlarged goblets cells and lacerated muscular layer.

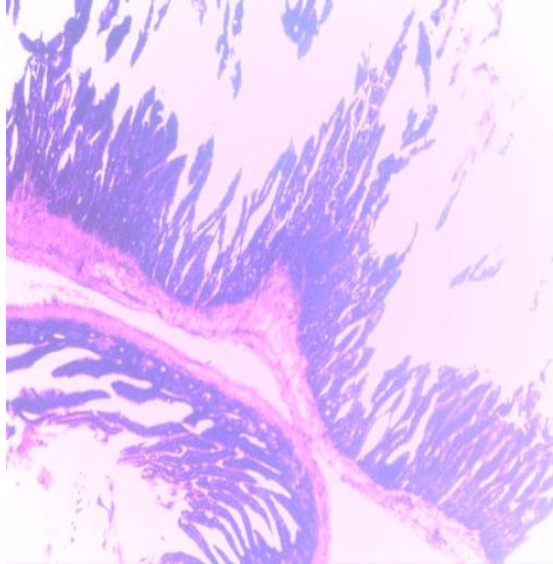


Plate 3: Photomicrograph of Cadmium treated colon (Hematoxyline and eosine stain; Magnification X10)day 28

Photomicrograph of colon tissue showing area of necrosis and sever inflammation, no smooth muscles and cancer cells within the muscular area.

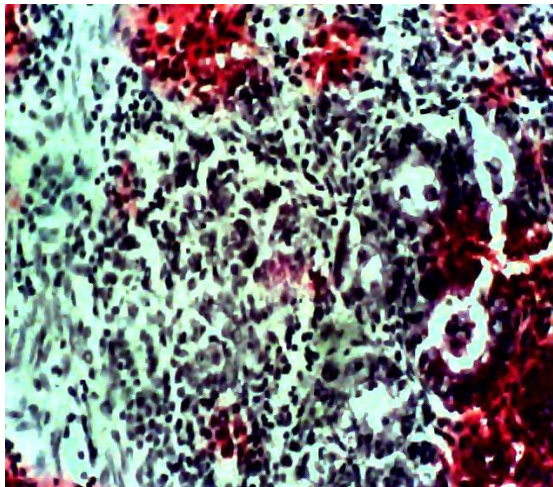


Plate 4: Photomicrograph Dimethylsulfoxide treated column. (Hematoxylin and eosin stain; Magnificationx10) day 28

Photomicrograph of colon tissue showing goblet cells lacerated and damaged, muscularies with glandular hyperplasia.

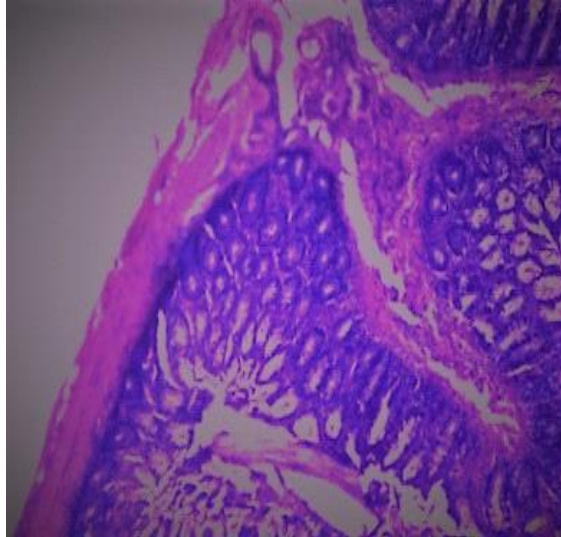


Plate 5: Photomicrograph Low dose *Curcumin* treated colon.
(Hematoxylin and eosin stain; magnificationx10) day 28

Photomicrograph of colon tissue showing goblet cells lacerated and damaged, muscularies with glandular hyperplasia.

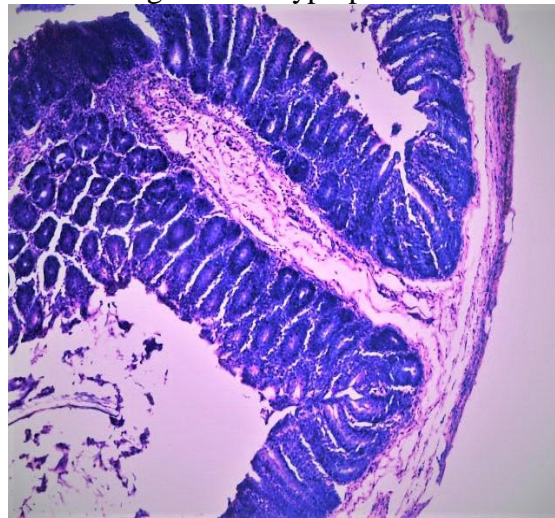


Plate 6: Photomicrograph of High dose *Curcumin* treated colon
(Heamatoxyline and eosine stain; magnificationx10)day 28

Photomicrograph of colon tissue showing areas of glands within the muscular area and goblet cells, few cancer cells with inflammatory cells.

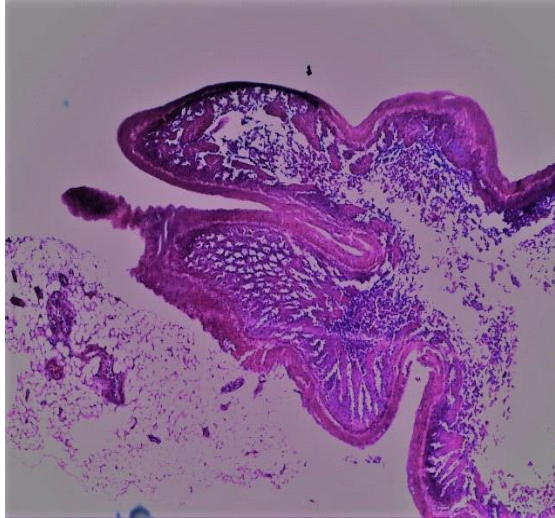


Plate 7: Photomicrograph of Adrucil-5-flourouracil treated colon.
(Hematoxylin and eosin stain; MagnificationX10) Day 42

Photomicrograph of colon tissue showing area of necrosis and inflammatory cells within the mucosa.

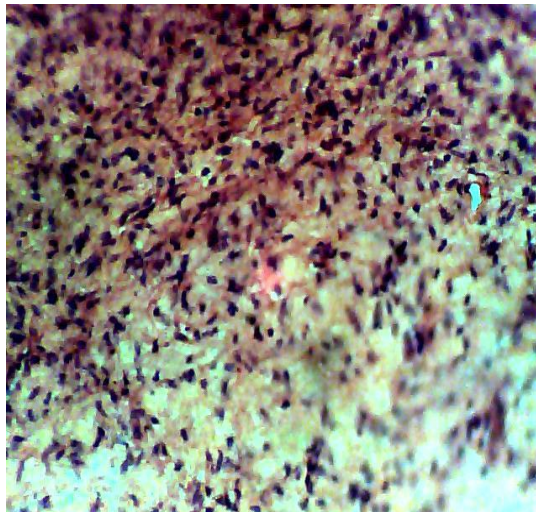


Plate 8: Photomicrograph of cadmium treated colon
(Hematoxylin and eosin stain; MagnificationX10) Day 42

Photomicrograph of colon tissue showing necrosis and sever inflammation, no smooth muscles and few cancer cells with inflammatory cells.

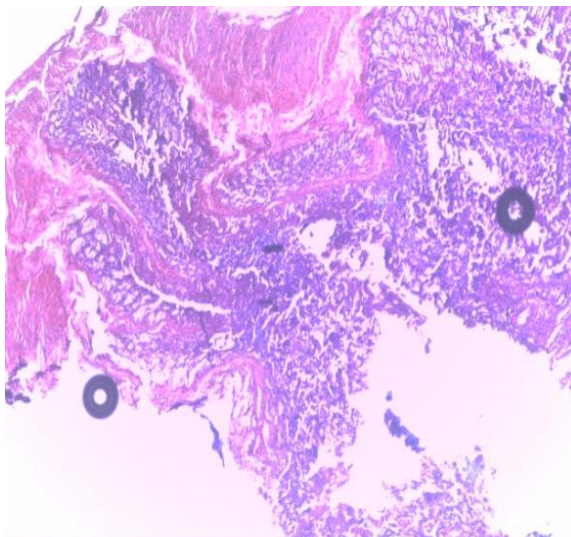


Fig 9: Photomicrograph of Dimethylsulphuroxide treated colon.
(Hematoxylin and eosin stain; MagnificationX10) Day 42

Photomicrograph of colon tissue showing goblet cells appear constricted with inflammatory cells.

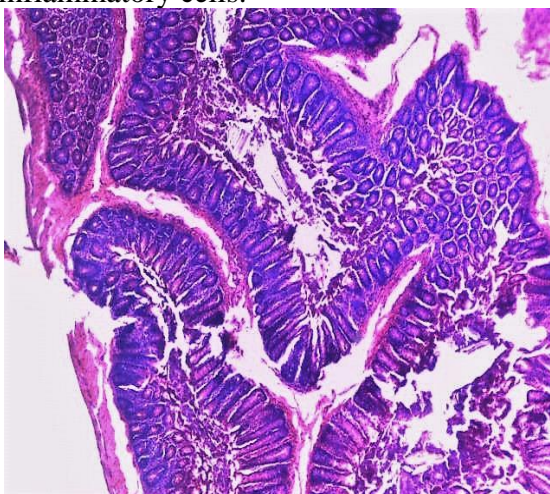


Plate 10: Photomicrograph of Low dose *Curcumin* treated colon.
(Hematoxylin and eosin stain;MagnificationX10) Day 42

Photomicrograph of colon tissue showing mild inflammation and blunt mucosa, goblet cells enlarged. Inflammation within the muscularis, goblets cells are reduced and area of necrosis within the adipose tissue.

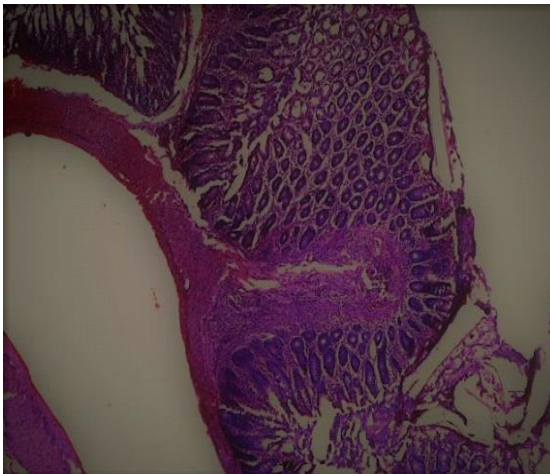


Plate 11: Photomicrograph of High dose *Curcumin* treated colon
Hematoxylin and eosin stain; Magnification X10) Day 42

Photomicrograph of colon tissue showing moderate inflammation and no cancer cells.

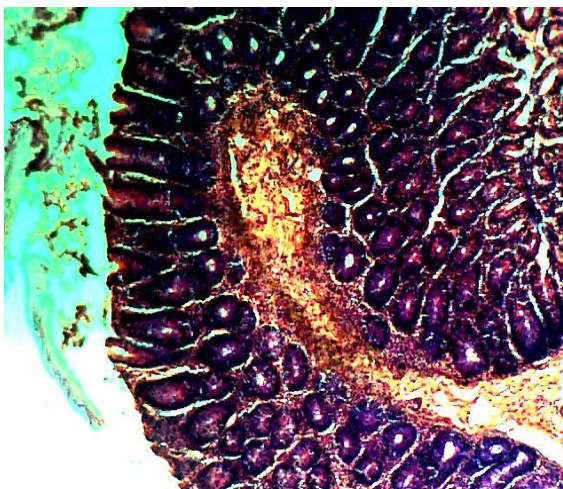


Plate 12: Photomicrograph of 5-Flourouracil treated colon
(Hematoxylin and eosin stain; Magnification X10) Day 56

Photomicrograph of colon tissue showing mild inflammation and localized area in the muscularis filled with inflammatory cells.

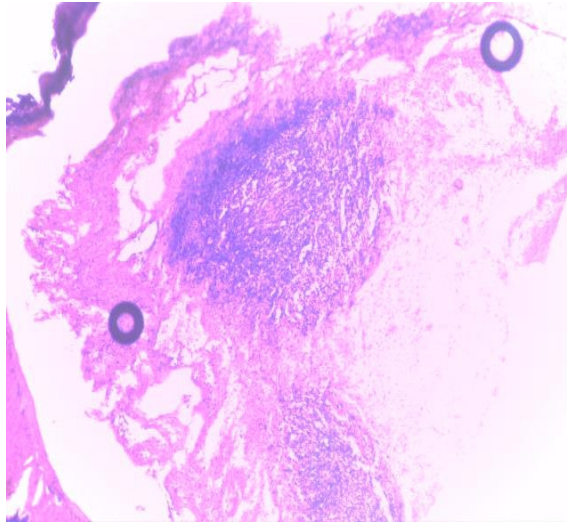


Plate 13: Photomicrograph of cadmium treated colon.
(Hematoxylin and eosin stain; Magnification X10) Day 56

Photomicrograph of colon tissue showing erosion of the mucosa epithelial, areas of necrosis and inflammatory cells and no cancer cells.

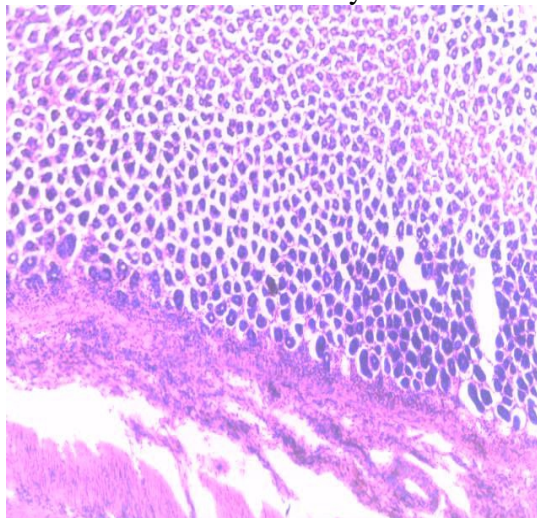


Plate 14: Photomicrograph of the colon of Dimethylsulfoxide treated colon
(Hematoxylin and eosin stain; MagnificationX10.) Day 56

Photomicrograph of colon tissue showing ulcerated mucosal layer, complete damage of the goblet cells and mucosa epithelial.

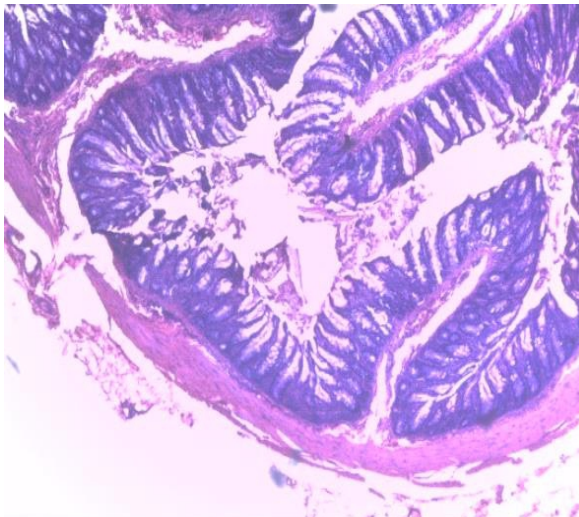


Plate 15: Photomicrograph of Low dose *Curcumin* treated colon (Hematoxylin and eosin stain; MagnificationX10) Day 56

Photomicrograph of colon tissue showing mild area of inflammation in the muscular area, areas close to normal and no cancer cells seen.

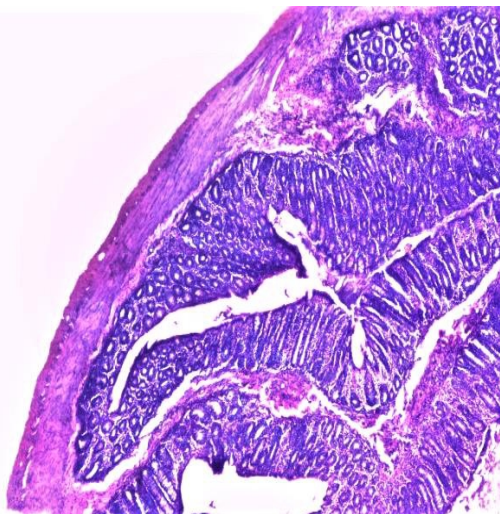


Plate 16: Photomicrograph of High dose *Curcumin* treated colon. (Heamatoxylin and eosin stain; MagnificationX10.) Day 56

Photomicrograph of colon tissue showing mild eodema within the mucosa, reduced goblet cells and areas close to normal, muscularis with obvious vaocules and colon shows normal features of a colon.

Discussion

Histological evaluation showed that cadmium caused erosion of colonic epithelium, increased severity of colonic injury. The majority of

cadmium exposure arise from ingestion of food substance due to uptake of cadmium by plant from fertilizer, sewage sludge, manure and atmospheric deposition (Ando *et al.*, 1998), the two major ways humans can take up cadmium is by smoking and eating food especially in vegetarian. They feed mainly on fruit and vegetables, these food type are rich in cadmium and so can greatly increase concentration in the human body (Friberg *et al.*, 1985 Valiter *et al.*, 1996). In human cadmium has a long half life which is declared to be of about 10 -30 years in kidney and 4.7 – 9.7 years in liver (Cheng and Wang 1990). Interestingly, about an average of 5% of the total orally ingested cadmium is absorbed in the intestine, but individual values ranges from less than 1% to more than 2%.

This reflects the fact that humans do not have effective pathway for cadmium elimination, hence shows the phenomenon of bioaccumulation. Once cadmium is absorbed into the human system, it remains resident for many years. Where cadmium toxicity is concerned, colon is of prime importance. About 90 –95% of cadmium that is excreted passes through the colon, hence colonic cells are exposed to cadmium in fecal matter as well to cadmium present in the circulation. In this present study, we assessed the toxic effects of cadmium chloride as well as to monitor the protective effects of *Curcumin* in colon of wistar rat on the basis of histopathological observations. The integrity of colon depends upon the balance between the hostile factors, one of them being cadmium which damages the mucosa, goblet cells etc and the protective factors such as certain internal secretions like mucin and certain external agents like *Curcumin* which render protection against cadmium toxicity.

The data obtained and photomicrograph view results are similar to the results of various studies where cadmium has been reported to cause variation on histo -architecture of colon. These reports revealed that intra rectal exposure as well as oral exposure to cadmium caused severe necrosis, hemorrhage and ulcers in the colonic epithelium as well induced decreased body weight and muscle atrophy (Farnsworth, 1992). (Adamsson, Piscator, and Nogawa, 1979). These various reports gave validity to our work where similar cadmium induced aberrations were observed. *Curcumin* in this study demonstrated a protective property or agent where it clearly initiated decrease congestion and inflammation in stagnant mucus membrane and no negative side effects have been associated with *Curcumin* supplementation (Mesa, *et al.*, 2003). *Curcumin* also reduced ulcerative colitis (Deodhar *et al.*, 1980) and (Ammon and Wahl, 1991). *Curcuim* has been shown to protectively coat the intestinal mucus membrane and reduce acid secretion. However, information available clearly delineates the protective effects of *curcuimin* against cadmium chloride induced colonic toxicity. Photomicrograph of colonic tissue

of rats induced with cadmium and then treated with turmeric ethanolic extract high doses for 28, 42, 56 days have confirmed this claim.

Conclusion

Turmeric ethanolic extract (TEE) reversed the adverse pathological changes in the colon induced with cadmium chloride at 875mg/kg and 437.5mg. With the 875mg/kg dose being more effective at reversing colonic changes when compared with Aducril -5- fluorouracil anticancer drug. This findings suggest that *curcuma longa* in turmeric has anti inflammatory potential as well as anti necrotic tendency. The treatment with high does tends to be more effective than the low dose. The rat colon treated with DMSO shows little or no significant effect in the colonic morphology. It is obvious that *Curcumin* exhibited total protective effect on the mucosal epithelium of induced colon.

References:

1. Ableman, M. (1993). *From the good earth: a celebration of growing food around the world*. Harry N. Abrams. New York, NY. Pp.168.
2. Adamsson, E., Piscator, M. and Nogawa, K. (1979). Pulmonary and gastrointestinal exposure to cadmium oxide dust in a battery factory. *Environmental and Health Perspective*, 28:219–222.
3. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) (1999). *Case studies in environmental medicine: Cadmium toxicity*. Atlanta, GA: Agency for Toxic Substances and Disease Registry; 1990b.
4. Aggarwal, B.B., Ichikawa, H. and Garodia, P. (2006). From traditional Ayurvedic medicine to modern medicine: Identification of therapeutic targets for suppression of inflammation and cancer. *Expert Opinion Therapy on Targets*, 10:87–118.
5. Akahori, F., Masaoka, T. and Arai, S. (1994). A nine-year chronic toxicity study of cadmium in monkeys. II. Effects of dietary cadmium on circulatory function plasma cholesterol and triglyceride. *Vetenary and Human Toxicology*, 36(4):290–294.
6. Åkesson, A., Julin, B. and Wolk, A. (2008). Long-term dietary cadmium intake and postmenopausal endometrial cancer incidence: A population-based prospective cohort study. *Cancer Research*, 68(15):6435–6441.
7. Alessio, L., Apostoli, P., and Forni, A. (1993). Biological monitoring of cadmium exposure: An Italian experience. *Journal of Work and Environmental Health*, 19:27–33.

8. Alloway, B.J., Jackson A.P. and Morgan, H. (1990). The accumulation of cadmium by vegetables grown on soils contaminated from a variety of sources. *Science Total Environment*, 91:223–236.
9. Ammon, H.P. and Wahl, M.A. (1991). Pharmacology of *Curcuma longa*. *Planta Medical* 57:1–7.
10. Andersen, O, Nielsen, J.B. and Svendsen, P. (1988). Oral cadmium chloride intoxication in mice: Effects of dose on tissue damage, intestinal absorption and relative organ distribution. *Toxicology*, 48:225–236.
11. Ando M, Hiratsuka N, Nakagawa J, et al. (1998). Cadmium accumulation in rats treated orally with cadmium chloride for 8 months. *Journal Toxicology of Science*, 23(3):243–248.
12. Asai, A., Nakagawa, K. and Miyazawa, T. (1999). Antioxidative effects of turmeric, rosemary and capsicum extracts on membrane phospholipid peroxidation and liver lipid metabolism in mice. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 63:2118–2122.
13. Azuine, M.A. and Bhide, S.V. (1992a). Protective single/combined treatment with betel leaf and turmeric against methyl (acetoxymethyl) nitrosamine-induced hamster oral carcinogenesis. *International Journal on Cancer*, 51:412–415.
14. Bardin, C., Veal, G., Paci, A., Chatelut, E., Astier, A., Leveque, D., Widmer, N. and Beijnen, J. (2014). Therapeutic drug monitoring in cancer--are we missing a trick? *European Journal Cancer*, 50: 2005–2009.
15. Boonjaraspinyo, S., Boonmars, T. and Aromdee, C. (2009). Turmeric reduces inflammatory cells in hamster opisthorchiasis. *Parasitology Research*, 105:1459–1463.
16. Brouck, B. (1975). *Plants consumed by man*. Academic Press. New York, NY. pp.460..
17. Chan, H.T., Jr. (1983). *Handbook of tropical foods*. Dekker. New York, NY. 639 pp. Roberts, J. 2001. *The origin of fruit and vegetables*. Universe Publ. New York, NY. 228 pp. Szczawinski, A. F. & G. A. Hardy. (1962). *Guide to common edible plants of British Columbia*. British Columbia Prov. Mus. Handbook No. 20. Victoria. 90 pp.
18. Tilford, G. L. 1997. *Edible and medicinal plants of the West*. Mountain Press Publication Missoula, *Medicinal Treatment*, 239 pp.
19. Chiarenza A, Elverdin JC, Espinal E, et al. (1989). Effects of cadmium on the function and structure of the rat salivary glands. *Architecture of Oral Biology*, 34:999–1002.
20. Deodhar, S.D., Sethi, R. and Srimal, R.C. (1980). Preliminary study on antirheumatic activity of curcumin (diferuloyl methane). *Indian Journal of Medical and Research*, 71: 632–634.

21. DeVincenzi, M. and M. R. Dessi. (1991). Botanical flavouring substances used in foods: proposal of classification. *Fitoterapia*, 62(1): 39-63.
22. FAO. (1989). *Utilization of tropical foods trees*. Food and nutrition papers no. 47/3. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. pp.52.
23. Farnsworth, N.R. and Bunyaphatsara, N. (1992). Thai Medicinal Plants (Recommended for Primary Health Care System). 1st edition. Bangkok: Prachachon Press, pp. 130-142.
24. Fern, K. (1997). *Plants for a future: edible and useful plants for a healthier world*. Permanent Publication Clanfield, England. pp. 300.
25. Friberg, L., Nordberg, G.F. and Vouk, V.B. (1986). Handbook of the toxicology of metals. *Amsterdam, Elsevier*, 2: 130-184.
26. Habiboallah, G., Nasroallah, S. and Mahdi, Z. (2008).. Histological evaluation of Curcuma longa-ghee formulation and hyaluronic acid on gingival healing in dog. *Journal of Ethnopharmacology*, 120:335–341
27. Huang, G.L., Zhang, X.H. and Guo, G.L. (2009). Clinical significance of miR-21 expression in breast cancer: SYBR-Green I-based real-time RT-PCR study of invasive ductal carcinoma. *Oncology Report*, 21(3):673–679.
28. Ikeda, M., Zhang, Z.W., Moon, C.S., Shimbo, S. and Watanabe, T. (2000). Possible effect of environmental cadmium exposure on kidney function in the Japanese general population. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 73, 15-25.
29. Kositchaiwat C, Kositchaiwat S, Havanondha J. (1993). Curcuma longa Linn. in the treatment of gastric ulcer comparison to liquid antacid: A controlled clinical trial. *Journal and Medical Association of Thailand*,76:601–605.
30. Mesa, M.D, Aguilera, C.M. and Ramirez-Tortosa, C.L. (2003). Oral administration of a turmeric extract inhibits erythrocyte and liver microsome membrane oxidation in rabbits fed with an atherogenic dietary. *Nutrition*, 19:800–804.



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

Pesticides Ecotoxicological Risk Assessment for Surface Waters in the Cotton Growing Area Around the Bala's Hippopotamus Pond Biosphere Using PIRI Method

Bazoma Bayili

Institut de Recherche en Sciences de la Santé, Direction Régional de l'Ouest (IRSS/DRO), Bobo-Dioulasso, Burkina Faso
Université Nazi Boni (UNB), Bobo Dioulasso, Burkina Faso

Richard Ouedraogo

Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, Direction Régionale de Recherche Environnementale et Agricole de l'Ouest, (INERA/DRREA-O), Bobo Dioulasso, Burkina Faso
Unité Mixte de Recherche Internationale - Environnement, Santé et Société (UMI 3189, ESS) CNRS/UCAD/UGB/USTTB/CNRST

Hassane Sidibe

Ministère de l'Environnement, de l'Economie Verte et du Changement Climatique (MEEVCC)

Sylvain Ilboudo

Unité Mixte de Recherche Internationale - Environnement, Santé et Société (UMI 3189, ESS) CNRS/UCAD/UGB/USTTB/CNRST
Institut de Recherche en Sciences de la Santé (IRSS),
Ouagadougou, Burkina Faso

Georges Anicet Ouedraogo

Université Nazi Boni (UNB), Bobo Dioulasso, Burkina Faso

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n14p167](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p167)

Submitted: 05 December 2020

Accepted: 31 March 2021

Published: 30 April 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Bayili B., Ouedraogo R., Sidibe H., Ilboudo S. & Ouedraogo G.A. (2021). *Pesticides Ecotoxicological Risk Assessment for Surface Waters in the Cotton Growing Area Around the Bala's Hippopotamus Pond Biosphere Using PIRI Method*. European Scientific Journal, ESJ, 17(14), 167. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p167>

Abstract

Pesticides residues are frequently found in the environment far from the original point of their application. Besides the desired effects of pest

control, non-target organisms, soil and water are contaminated by the pesticides. This paper presents results on the impact of these xenobiotics used in cotton cultivation on River "Wolo" environment in Burkina Faso by using the Pesticide Impact Rating Index (PIRI) software package. The assessment was based on the assumption of three scenarios taking into account the organic matter content of the soil and the presence of a buffer zone. Pesticides properties and use data, and data on the physical environment, were also used. Considering the worst case (scenario 2), diuron, haloxyfop-R-methyl, glyphosate and nicosulfuron were the most mobile. Diuron was classified as the most toxic pesticide to *Scenedesmus quadricauda*. Toxicity to *Daphnia magna* was extremely high with chlorpyrifos ethyl, very high with beta-cyfluthrin, deltamethrin, lambda-cyhalothrin and high with flubendiamide. For *Oncorhynchus mykiss*, it was beta-cyfluthrin, deltamethrin and lambda-cyhalothrin that caused a very high risk and chlorpyrifos ethyl and indoxacarb a high risk. For all pesticides, the risks are reduced overall depending on the width of the buffer zone and the organic matter content of the soil. The use of a pesticide in a given location must take into account its ecotoxicological impact on the surrounding ecosystem. Tools such as PIRI, could be used for the selection of pesticides to be used. Also, environmental parameters such as buffer zone and organic matter content should be used by farmers to limit the mobility of pesticides to water.

Keywords: Risks, pesticides, ecotoxicity, PIRI, Bala

Introduction

Conventional cotton production involves the massive use of different types of pesticides to control undesirable plants (herbicides), fungi (fungicides) and insect pests (insecticides) (Bayili et al., 2019, Gouda et al., 2018). The use of pesticides in cotton cultivation reduces crop losses (Miranda et al., 2013), which can be more than 50% (Traoré, 2008; Moussa, 2003; Silvie and Gozé, (1991) in the absence of phytosanitary treatments.

Although very useful, the abundant and abusive use of pesticides can lead to risks to human health (Shokrzadeh and Saravi, 2011; Fournier and Bonderef, 1983) and the environment (Calvet et al., 2005; Padovani et al., 2004). The risks to the environment concern not only contamination of air, soil and water but also toxicity to the non-target organisms. This toxicity is linked to contaminants that reach the living environment of living organisms through fairly complex processes. For pesticides, the process of water contamination seen by Morissette and Martel (2014) highlights a phenomenon of diffuse origin (erosion, runoff, leaching, preferential flow and drift) due to pesticide applications. Pesticides such as herbicides are applied directly to the soil, which increases the risk of leaching or erosion of pesticides into

groundwater or surface water (Taghavi, 2010; Aubertot et al., 2005). Under conditions of poor practice, poor management of rinse water could be associated, which can also contribute to contamination (Morissette and Martel, 2014). According to Mamy et al (2008), this contamination is influenced by:

- agro-pedoclimatic components such as soil texture and organic matter, rainfall, topography;
- technological components such as tillage, rotations, doses and frequency of pesticide applications; and
- the physicochemical properties of the pesticides used.

Knowledge of the environmental impact of pesticide use is based on the use of several methods. For example, direct and in situ measurements provide accurate data, but are generally expensive and difficult to implement and multiply (Bockstaller and Girardin, 2003; Mamy et al., 2008). Risk assessment methods, in this case indicators and models, help farmers and decision-makers to compare the environmental impact of different pesticides and to design effective control practices with minimal environmental impacts (Samuel et al., 2012; Muhammetoglu et al., 2010; Aravinna et al., 2005). One such method is the Pesticide Impact Rating Index (PIRI) which was developed by CSIRO (Kookana et al., 2005) to assess the potential impact of pesticides on water quality. It has already been used in Burkina Faso to assess the risk of surface and groundwater contamination by pesticides used in industrial sugar cane cultivation (Ouedraogo et al., 2012; Toe et al., 2012). However, a similar study has not been carried out on cotton crops to estimate the ecotoxicological potential of pesticides on specific aquatic ecosystems in adjacent environments. In cotton cultivation, the risks would be increased due to poor pesticide use practices (Bayili et al., 2019; Son et al., 2017; Tarnagda et al., 2017). The use of banned pesticides, overdosing, failure to maintain safe distances between fields and water points, lack of buffer zones, inappropriate mixing of pesticides, etc. are common practices among farmers.

The aim of this study was to assess the ecotoxicological impact of pesticides used for cotton growing on the aquatic systems of the river "Wolo" around the Bala's hippopotamus pond biosphere by using PIRI. The ecotoxicological potential was estimated for three aquatic organisms, the main links in the surface water trophic chain.

Methodology

Description of the study site

The study took place around the Bala's hippopotamus pond biosphere reserve, about 50 km north of the city of Bobo-Dioulasso in Burkina Faso (**figure 1**). This locality is part of the western zone of the "*Société Burkinabé des Fibres et Textiles* (SOFITEX)", the country's main conventional cotton

producer. This area is characterised by a Sudanian climate and an average rainfall of 986.7 measured during the study period. The minimum, maximum and average temperatures were 25.88°C, 28.01°C and 26.916°C respectively. In general, the soils are mainly tropical ferruginous soils with medium and shallow leaching, staining and indurated concretions, and hydromorphic soils with little humus and a pseudogley surface (BUNASOL, 2002). The hydrographic network of the reserve is made up of the Mouhoun River to the northwest and its tributary the "Wolo" to the southwest, which collects runoff from the cotton growing area towards the pond (Belem, 2008). The waters of the "Wolo" are the passive ones likely to be contaminated mainly by runoff, given the position and distance of this river from the cotton fields.

For the assessment, we monitored farming practices in four cotton fields adjacent to the river, from July to October during the 2018-2019 agricultural season. All the pesticide formulations used by these producers have been identified and characterized (table I). Site and stream characteristic data were collected (table II). The average soil organic matter content (1.4%), the erosion rate (0.4 t/ha/year) and the soil type were obtained from '*Bureau National des Sols du Burkina Faso*' (BUNASOL) databases (BUNASOL, 2002).

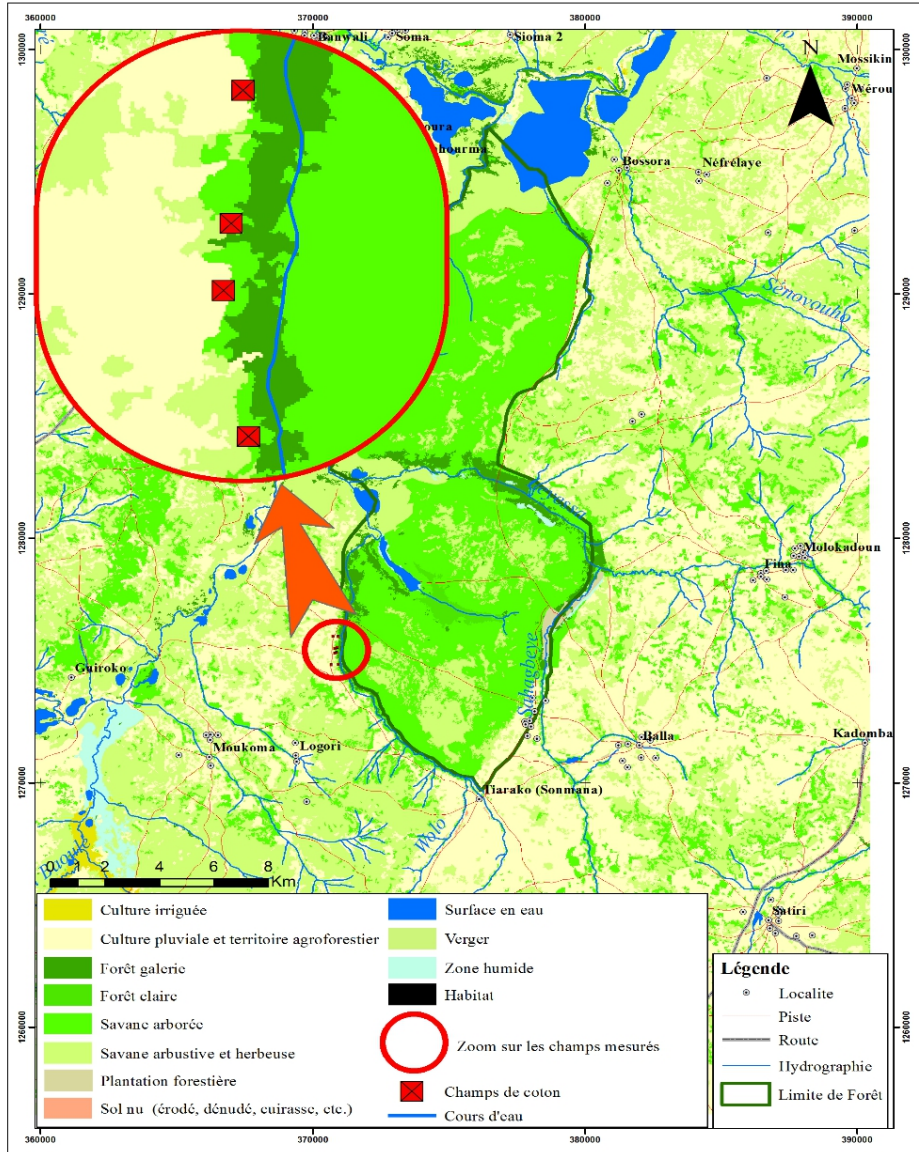


Figure 1: Location map of the study site, realized by Kinda (2019)

Pesticide Impact Rating Index (PIRI)

The Pesticide Impact Rating Index (PIRI) model was developed in Australia by the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) to assess the potential impact of pesticides on water quality. It predicts the potential for chemical pesticides to move away from their place of application to pollute adjacent watercourses (CSIRO, 2001). The mobility of the pesticide and its effect on organisms is calculated by taking into account its toxicity, chemical properties, application rate and frequency.

Local soil and climate conditions are also taken into account (Kookana et al., 2005). The main transport routes for pesticides to surface water bodies are runoff, soil colloid erosion and spray drift. The pesticide concentration in the receiving water (CSW) is calculated from the pesticide load moving into the surface water adjacent to the treated area according to the following formula:

$CSW = L \times T \times WI / H$: with: **CSW** (in kg/m^3) the predicted concentration; **H** (m) the depth of the surface water body; **L**, the load of the pesticide applied to the soil; **T**, the overall surface transport coefficient for each pesticide; and **WI**, the water index defined as an approximate ratio of the length of the river bank adjacent to the perimeter of the area to be treated.

Impact assessment based on toxicity for an organism is made by considering a series of aquatic organisms represented by different trophic levels. These are the LC50 for rainbow trout used as a measure of toxicity to fish, the LC50 for *Daphnia sp.* and the EC50 for algae (Kookana et correll, 2008; Kookana et al, 2005). The negative impact of the amount of pesticide moving away from the spray site is governed by the concentration of the pesticide in the receiving environment (Cws) relative to the concentration that is toxic to the exposed organism. The risk index for surface water is calculated by the model from the predicted concentration (CSW) and the toxicity value (EC50 or LC50).

Risk index for surface water = Csw / EC50 or LC50

Each pesticide is classified by PIRI in one of the following risk categories: "very low", "low", "moderate", "high", "very high", and "extremely high" according to its ecotoxicological potential, more than another pesticide that is also subject to the same site conditions (Kookana and Correll, 2008).

For the present study, the reference species "*daphnia magna*" for crustaceans, "*Oncorhynchus mykiss*" for fish and "*Scenedesmus quadricauda*" for algae were chosen according to their ecological importance and the availability of ecotoxicological data. For the active ingredients (table I), all KOC, DT50, crustacean LC50, and most fish LC50 and algae EC50 values have been provided by the Pesticide Properties Database (Footprint PPBD, 2020).

Table I: Technological, physico-chemical and ecotoxicological characteristics of pesticides

Pesticide formulation	Active ingredient (a.i.)	Concentration a.i. (g/L or g/kg)	Application rate (kg or L/ha)	Koc (mL/g)	LC50 (mg/L)		EC50 (mg/L) <i>Scenedesmus quadricauda</i>	DT50 (days)
					<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>daphnia magna</i>		
ACERO 84 EC*	Isoclast /sulfoxaflor	48	0.5	40.8	> 101	> 399	> 101	2.2
	Lambda-cyhalothrin	36	0.5	283707	0.00021	0.00036	> 0.3	175
ADWUMA WURA 480 SL**	Glyphosate	480	2	1424	38.0	40	> 72.9	15.0
AVAUNT 150 EC*	Indoxacarb	150	0.17	17.6	> 0.17	0.17	>108 ¹	113.2
DIURALM 80 WG**	Diuron	800	1	813	4.9 ²	5.7	0.0027	75.5
GALLANT SUPER**	Haloxypop-R-methyl	104	0.9	66	0.46 ³	12.3	> 94.9 ³	0.5
GLYPHADER 360 SL**	Glyphosate	360	2	1424	38.0	40	4.4	15.0
GRAMOSHARP SUPER**	Paraquat dichloride	200	0.5	1000000	19	4.4	0.04 ⁴	365
INDOXAN*	Indoxacarb	50	0.5	17.6	> 0.17	0.17	0.079	113.2
KILLER**	Glyphosate	360	4	1424	38.0	40	> 72.9	15.0
NICOMAIS**	Nicosulfuron	40	1.5	30	65.7	90.0	3.7 ⁵	26
POWER 80 WG**	Diuron	800	4	813	4.9	5.7	0.0027	75.5
PYRINEX QUICK 424EC*	Deltametrin	24	0.5	10240000	0.00026	0.00056	2.560 ⁶	13
	Chlorpyrifos ethyl	400		5509	0.025	0.00010	0.660 ⁷	386
THUNDER*	Imidacloprid	100	0.2	255	> 83	85	> 10 ⁸	191
	Beta-cyfluthrin	45		64300	0.000068	0.00029	>0.01 ⁹	13
TIHAN 175 O-TEQ*	Spirotetramat	75	0.22	289	2.54 ¹⁰	> 42.7	0.36 ¹¹	0.19
	Flubendiamide	100		2197	0.06	0.06	>0.069	500

*insecticide ; **herbicide ; ¹ECHA, 2020 ; ²Fojut *et al.*, 2011 ; ³FAO, 2012 ; ⁴Sáenz *et al.*, 1993 ; ⁵PubChem, 2020a ; ⁶PubChem, 2020b ; ⁷NRA, 2020 ; ⁸CCME, 2007 ; ⁹FAO, 2016 ; ¹⁰Agbohessi *et al.*, 2013 ; ¹¹ANLA, 2018.

Scenarios

- Scenario 1 (actual case observed) where the soil organic matter content is 1.4%, with a buffer zone;
- Scenario 2 where the soil organic matter content was maintained at 1.4% and a 5 m non-vegetated zone was assumed;
- Scenario 3 includes a soil organic matter content of 2%, a distance between the field and the water course of 100 m (Agence de l'Eau du Nakanbé (AEN), 2015) and a 5 m grassed buffer zone.

Table II: Characteristic data of the site and the river "Wolo".

Measured parameters	Values
Distance from the edge of the field to the water surface (m)	75.25
Average river diameter (m)	5.625
Average depth of river (m)	1.625
Erosion rate (t/ha/year)	0.4
Slope	1.89
Type of soil	Clay-silt
Organic matter content (%)	1.4
Total rainfall during the period (June to October) (mm)	986.7
Average minimum temperature during the period (°C)	21.82
Average maximum temperature during the period (°C)	33.05
Minimum number of days between the application of pesticides and the first rainfall	2

Results and discussion

Potential for mobility

Mobility (table III) is high for Diuron, Haloxyfop-R-methyl, glyphosate and nicosulfuron in scenario 2. Adsorption coefficients (Koc) indicate that glyphosate and diuron are slightly mobile while nicosulfuron and Haloxyfop-R-methyl are mobile. Their mobility is very low in Scenario 1, where the width of the buffer zone (75.25 m) was the determining factor for this decrease. Thanks to its phytoremediation capacity, the vegetated strip of the buffer zone has a great influence on reducing the risk of water pollution by chemical pesticides (Trainer and Volker, 2008). This parameter acts as a brake on erosion, which is one of the factors contributing to the pollution of surface waters by pesticides. In scenario 3, where only diuron has a high mobility, the overall risk reduction is influenced by the increase in soil organic matter content (2%). Organic matter increases the activity of microorganisms that have the power to degrade organic pesticides in general. It adsorbs pesticides, increases their residence time in soils and promotes their degradation by microorganisms (Savadogo et al., 2006). It also accelerates the degradation of pesticides in the soil (Savadogo et al., 2008). Since microorganisms are the former agents for the degradation of organic contaminants in soil, the

application of organic matter, which increases microbial density and also provides nutrients and readily degradable organic matter can be considered useful to accelerate the contaminant degradation (Takeshita et al., 2019; Gómez et al., 2014; Masciandaro et al., 2013). Moreover, the organic matter addition, by means of the increase of cation exchange capacity, soil porosity and water-holding capacity, enhances the soil health and provides a medium satisfactory for microorganism activity. The buffer zone and organic matter could offer solutions within the framework of a risk management plan for pesticide mobility (Calvet et al., 2005; Ouedraogo et al., 2012).

Table III: Classification of pesticide mobility

Pesticide	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Diuron	Very low	High	High
Haloxypop-R-methyl	Very low	High	Medium
Glyphosate	Very low	High	Medium
Nicosulfuron	Very low	High	Medium
Sulfoxaflor	Very low	Medium	Medium
Imidacloprid	Very low	Medium	Medium
Chlorpyrifos ethyl	Very low	Medium	Medium
Paraquat dichloride	Very low	Medium	Low
Flubendiamide	Very low	Low	Low
Indoxacarb	Very low	Low	Very low
Lamda-cyhalothrin	Very low	Very low	Very low
Deltamethrin	Very low	Very low	Very low
Beta-cyfluthrin	Very low	Very low	Very low
Spirotetramat	Very low	Very low	Very low

Impact on Scenedesmus quadricauda

The classification of the impact of pesticides on algae is given in table IV. Diuron causes an extremely high risk in scenarios 2 and 3 and a very high risk in scenario 1. The other pesticides induce a toxicity ranging from very low to medium according to the different scenarios. The high estimated mobility and intrinsic toxicity of diuron towards algae are at the origin of the risk of this herbicide. This level of toxicity of this pesticide towards algae could threaten the health and productivity of the aquatic ecosystem, given the importance of phytoplankton in the trophic chain. The data from Scenario 1 show that risk reduction was influenced by the width of the buffer zone, when the data from this scenario are compared overall with those from the other scenarios. Indeed, except for diuron, the risks are low to very low for all pesticides.

Table IV: Classification of pesticide toxicity to *Scenedesmus quadricauda*

Pesticide	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Beta-cyfluthrin	Very low	Medium	Medium
Chlorpyrifos ethyl	Very low	Medium	Medium
Deltamethrin	Very low	Very low	Very low
Diuron	Very high	Exc. high	Exc. high
Flubendiamide	Very low	Medium	Medium
Glyphosate	Very low	Very low	Very low
Haloxyfop-R-methyl	Very low	Very low	Very low
Imidacloprid	Very low	Low	Low
Indoxacarb	Very low	Very low	Very low
Lamda-cyhalothrin	Very low	Very low	Very low
Nicosulfuron	Very low	Low	Low
Paraquat dichloride	Low	Medium	Medium
Spirotetramat	Very low	Very low	Very low
Sulfoxaflor	Very low	Very low	Very low

Impact on Daphnia magna

Table V presents the results of the impact on *Daphnia*. In scenario 2, toxicity is extremely high with chlorpyrifos ethyl, very high with beta-cyfluthrin, deltamethrin, lamda-cyhalothrin and high with flubendiamide. All these pesticides are used for their insecticidal effects. The intrinsic toxicity of these pesticides is high towards *Daphnia* (table I). Despite mitigation measures (in scenarios 1 and 3), the overall toxic impact of these insecticides remains a cause for concern. Indeed, chlorpyrifos-ethyl and lambda-cyhalothrin have very high and high toxicity respectively in scenario 1. The use of these potentially toxic pesticides around areas of particular ecological importance, such as the hippopotamus pond biosphere reserve (RBMH), must be strongly controlled in order to preserve the aquatic ecosystem.

Table V: Classification of pesticide toxicity to *Daphnia magna*.

Pesticide	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Beta-cyfluthrin	Medium	Very high	Very high
Chlorpyrifos ethyl	Very high	Exc. high	Exc. high
Deltamethrin	Medium	Very high	High
Diuron	Very low	Medium	Medium
Flubendiamide	Very low	High	Medium
Glyphosate	Very low	Low	Very low
Haloxyfop-R-methyl	Very low	Medium	Low
Imidacloprid	Very low	Very low	Very low
Indoxacarb	Very low	Low	Low
Lamda-cyhalothrin	High	Very high	Very high
Nicosulfuron	Very low	Very low	Very low
Paraquat dichloride	Very low	Very low	Very low

Spirotetramat	Very low	Very low	Very low
Sulfoxaflor	Very low	Very low	Very low

Impact on *Oncorhynchus mykiss*

The results of the impact assessment on this fish are in table VI. Considering scenario 2, beta-cyfluthrin, deltamethrin and lamda-cyhalothrin cause a very high risk while chlorpyrifos ethyl and indoxacarb cause a high risk. For all these pesticides, the level of risk remains constant in scenario 3. Nevertheless, the general trend is that the level of risk for most other pesticides is decreasing. The risk ranking for these latter pesticides is in the lower order in this scenario 3, ranging from moderate to very low. The increase in organic matter content and the presence of the buffer zone have caused this decrease. Although the width of the buffer zone in scenario 1 caused a reduction in risk for all pesticides, this is not the case for beta-cyfluthrin and lamda-cyhalothrin for which the risk is high. The classification of these pesticides is greatly influenced by their higher intrinsic toxicity than all other pesticides (table I).

Table VI: Classification of pesticide toxicity to *Oncorhynchus mykiss*

Pesticide	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Beta-cyfluthrine	High	Very high	Very high
Chlorpyrifos ethyl	Medium	High	High
Deltamethrin	Medium	Very high	Very high
Diuron	Very low	Medium	Medium
Flubendiamide	Very low	Medium	Medium
Glyphosate	Very low	Very low	Very low
Haloxypop-R-methyl	Very low	Low	Very low
Imidacloprid	Very low	Very low	Very low
Indoxacarb	Very low	High	High
Lamda-cyhalothrin	High	Very high	Very high
Nicosulfuron	Very low	Very low	Very low
Paraquat dichloride	Very low	Very low	Very low
Spirotetramat	Very low	Very low	Very low
Sulfoxaflor	Very low	Very low	Very low

Conclusion

The level of ecotoxicological risk of pesticides on the waters of the "Wolo" River was estimated using the PIRI model. Considering the worst case (scenario 2), diuron, haloxypop-R-methyl, glyphosate and nicosulfuron were the most mobile. Diuron was classified as the most toxic pesticide to *Scenedesmus quadricauda*. Toxicity to *Daphnia magna* was extremely high with chlorpyrifos ethyl, very high with beta-cyfluthrin, deltamethrin, lamda-cyhalothrin and high with flubendiamide. In *Oncorhynchus mykiss*, it was beta-cyfluthrin, deltamethrin and lamda-cyhalothrin that caused a very high risk and chlorpyrifos ethyl and indoxacarb a high risk. Pesticides have shown a

differential level of risk depending on their mobility and their toxic properties on organisms. Diuron for algae, chlorpyrifos ethyl and lambda-cyhalothrin for *Daphnia* and beta-cyfluthrin and lambda-cyhalothrin for fish induced at least high toxicity in all scenarios. In general, the association of the buffer zone with the increase in soil organic matter content led to a decrease in the level of risk. The use of a pesticide in a given location must take into account its ecotoxicological impact on the surrounding ecosystem. Tools such as PIRI, could be used for the selection of pesticides to be used. Also, environmental parameters such as buffer zone and organic matter content should be used by farmers to limit the mobility of pesticides to water.

References:

1. Agbohessi, P., Toko, I., Attakpa, E., and Kestemont, P. (2013). Synthèse des caractéristiques physico-chimiques et effets écotoxicologiques du Tihan 175 O-TEQ utilisé dans la protection phytosanitaire du cotonnier au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6(5). DOI: 10.4314/ijbcs.v6i5.34.
2. Agence de l'Eau du Nakanbé (AEN), (2015). Normes et techniques de protection des berges du Nakanbé. Rapport final, Burkina Faso. 53p.
3. Aravinna, A. G. P., Liyanage, J. A. and Mubarak, A. M. (2005). Prediction of pesticide risk on groundwater in the Kalpitiya peninsula using Pesticide Impact Ranking Index (PIRI). Sri Lanka Association for the Advancement of Science, Proceedings of the 61 st Annual Session – 2005 Part 1 – Abstracts.
4. Aubertot, J. N., Barbier, J. M., Carpentier, A., Gril, J.J., Guichard, L., Lucas, P., Savary, S., Savini, I., and Voltz, M. (2005). Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA et Cemagref (France), 64 p.
5. Autoridad Nacional De Licencias Ambientales (ANLA) –Resolución N° 01294, (2018). “Por la cual se emite Dictamen Técnico Ambiental para el producto formulado Speramet 150 OD, con base en el ingrediente activo grado técnico Spirotetramat” (“Par lequel un avis technique environnemental est émis pour le produit formulé Speramet 150 OD, basé sur la matière active de qualité technique Spirotetramat”). República de Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Consulter le 23/10/2020 sur l’URL : http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/res_1294_10082018_ct_4144.pdf.
6. Bayili, B., Ouedraogo, R., Ilboudo, S., Pooda, L., Bonkougou, M., Bationo, J. F., Ouedraogo, J. B., and Ouedraogo, G. A. (2019). Characterization of pesticides and practices of certain actors in the

- cotton zone around the biosphere of the Bala's hippopotamus pond in Burkina Faso. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 7(6): 554 – 568. DOI: 10.18006/2019.7(6).554.568
7. Belem, M. (2008). Les galeries forestières de la Réserve de la Biosphère de la Mare aux Hippopotames du Burkina Faso : caractéristiques, dynamique et ethnobotanique, Thèse de doctorat d'Etat, Université de Ouagadougou, Burkina Faso. 208p.
 8. Bockstaller, C. E., and Girardin, P. (2003). How to validate environmental indicators. *Agricultural Systems*, 76. 639-653. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00053-7](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00053-7)
 9. Bureau National des Sols du Burkina Faso (BUNASOL), (2002). Etude morpho-pédologique des provinces du Houet et du Tuy. Rapport technique N°126, 74p.
 10. Calvet, R., Barriuso, E., Bénoit, P., Charnay, M. P., and Coquet, Y. (2005). Les pesticides dans le sol : conséquences agronomiques et environnementales. Editions, France Agricole, 637p.
 11. Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME), (2007). Canadian Water Quality Guidelines: Imidacloprid. Scientific Supporting Document. Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg. Assessed, 23/10/2020. Available from URL: https://www.ccme.ca/files/Resourcess/supporting_scientific_document_s/imidacloprid_ssd_1388.pdf.
 12. CSIRO., (2001). Pesticide Impact Rating Index. Accessed, 2010, December 11. Available from URL: <http://www.csiro.au/piri>.
 13. ECHA. Annex Vi – Harmonised Classification and Labelling Indoxacarb and Indoxacarb (Enantiomeric Reaction Mass S: R 75:25). Consulté Le 23/10/2020 Sur L'URL : <https://Echa.Europa.Eu/Documents/10162/85def842-B077-974f-Fcb6-C9450a76031b>.
 14. Fojut, T. L., Palumbo, A. J., & Tjeerdema, R. S. (2011). Aquatic Life Water Quality Criteria Derived via the UC Davis Method: III. Diuron. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 105–141. doi:10.1007/978-1-4614-2260-0_3
 15. Food and Agriculture Organization (FAO), (2012). Specifications and Evaluations for Haloxifop-P-Methyl., assessed, 23/10/2020. Available from URL: http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Specs/haloxifop_2012.pdf.
 16. Food and Agriculture Organization (FAO), (2016). FAO Specifications and Evaluations for Plant Protection Products, Beta-Cyfluthrin. Assessed, 23/10/2020. Available From URL:

- http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Specs/beta-cyfluthrin_2017_09_30.pdf.
17. Footprint PPBD. Pesticides properties database. Accessed, 25/08/2020. Available from URL <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/atoz.htm>.
 18. Fournier, E., and Bonderef, J. (1983). Les produits antiparasitaires à usage agricole. Conditions d'utilisation et toxicologie. Tec. Et doc. Lavoisier, Paris, 334 p.
 19. Gómez, I., Rodríguez-Morgado, B., Parrado, J., García, C., Hernández, T., Tejada, M. (2014). Behavior of oxyfluorfen in soils amended with different sources of organic matter. Effects on soil biology. *J Hazard Mater.* 273 :207-14. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2014.03.051
 20. Gouda, A.I., Toko, I. I., Salami S-D., Richert, M., Scippo, M-L., Kestemont, P., Schiffers, B. (2018). Pratiques phytosanitaires et niveau d'exposition aux pesticides des producteurs de coton du nord du Bénin. *Cah. Agric.* 27, 65002. DOI : 10.1051/cagri/2018038
 21. Kookana, R., and Correll, R. (2008). The Tasmanian River Catchment Water Quality Initiative: Pesticide Impact Rating Index (PIRI) risk indicator for minimizing off-site migration of pesticides. CSIRO Land and Water Science Report series ISSN: 1834-6618.
 22. Kookana, R. S., Correll, R. L., and Miller, R. B. (2005). Pesticide impact rating index – a pesticide risk indicator for water quality. *Water, Air, and Soil Pollution: Focus* (5): 45–65.
 23. Mamy, L., Barriuso, E., and Gabrielle, B. (2008). Evaluer les risques environnementaux des pesticides Exemple du désherbage des cultures résistantes ou non au glyphosate. *Innovations Agronomiques, INRA*, (3), 121-143. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01192112>
 24. Masciandaro, G., Macci, C., Peruzzi, E., Ceccanti, B., and Doni, S. (2013). Organic matter–microorganism–plant in soil bioremediation : a synergic approach. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 12, 399–419. <https://doi.org/10.1007/s11157-013-9313-3>
 25. Miranda, J. E., Rodrigues, S. M. M., de Almeida, R. P., da Silva, C. A. D., Togola, M., Hema, S. A. O., Somé, N. H., Bonni, G., Adegnika, M. O., Doyam, A. N., Le Diambo, B. (2013). Reconnaissance de ravageurs et ennemies naturels pour les pays C-4 / Brasília, DF, Brésil : Embrapa. 70p. (Échange d'expériences sur le cotonnier). COTON-4.
 26. Morissette, S., and Martel S. (2014). Contamination de l'eau par les pesticides dans les secteurs de production de pommes de terre : Problématique et solutions. Fiche d'information. Québec, CANADA.
 27. Moussa, A. A., Crétenet, M., Nibouche, S., and Gaborel, C. (2003). Impact d'une attaque précoce de chenilles de la capsule sur le

- rendement en coton graine en fonction de la pluviosité au Nord Cameroun. Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis., 2003, Garoua, Cameroun. 6 p. ffhah-00142739f
28. Muhammetoglu, A., Durmaz, S., and Uslu, B. (2010). Evaluation of the Environmental Impact of Pesticides by Application of Three Risk Indicators. Scientific Communications. Environmental Forensics, 11 :179–186. <https://doi.org/10.1080/15275920903559180>.
 29. National Registration Authority (NRA) for Agricultural and Veterinary Chemicals. The NRA Review of Chlorpyrifos. Section 6, Environmental Assessment, Australia. Assessed, 23/10/2020. Available from URL: <https://apvma.gov.au/sites/default/files/publication/14756-chlorpyrifos-irr-environment.pdf>.
 30. Ouedraogo, R., Pare, S., Toe, A. M., and Guissou, I. P. (2012). Pesticides risk assessment by PIRI for surface water in sugar cane cultivation in Burkina Faso. Journal of Environmental Hydrology, 20(16):1 – 10. <http://www.hydroweb.com>
 31. Padovani, L., Trevisan, M., and Capri, E. (2004). A calculation procedure to assess potential environmental risk of pesticides at the farm level. Ecological Indicators 4 :111–123. DOI: 10.1016/j.ecolind.2004.01.002.
 32. PubChem, (2020a). Nicosulfuron. Consulté le 23/10/2020 sur l'URL : <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Nicosulfuron>.
 33. PubChem, (2020b). Deltamethrin. Consulté le 23/10/2020 sur l'URL : <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Deltamethrin>.
 34. Sáenz, M. E., Accorinti, J., Tortorelli, M., and del C. (1993). Toxicity of paraquat to a green alga *scenedesmus acutus*. Journal of Environmental Science and Health, Part B, 28(2), 193–204. doi:10.1080/03601239309372822
 35. Samuel, O., Dion, S., St-Laurent, L., and April, M.-H. (2012). Indicateur de risque des pesticides du Québec – IRPeQ – Santé et environnement [en ligne]. Québec : ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation/ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs/Institut national de santé publique du Québec, 48 p. consultable sur l'URL : < <http://www.mddep.gouv.qc.ca>> et < <http://www.inspq.qc.ca>>.
 36. Savadogo, P. W., Lompo, F., Bonzi-Coulibaly, Y. L., Traoré, A. S., and Sedogo P. M., (2008). Influence de la Température et des Apports de Matière Organique sur la Dégradation de l'Endosulfan dans trois types de Sols de la Zone Cotonnière du Burkina Faso. J. Soc. Ouest-Afr. Chim. 026 ; 79 – 87.

37. Savadogo, P. W., Traoré, O., Topan, M., Tapsoba, K. H., Sedogo, P. M., and Bonzi-Coulibaly L. Y. (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.
38. Shokrzadeh, M., and Saravi, S. S. S. (2011). Pesticides in agricultural products: analysis, reduction, and prevention. Department of toxicology-pharmacology, faculty of pharmacy, Mazandaran University of Medical Sciences. DOI: 10.13140/2.1.3540.4803
39. Silvie, P., and Gozé E. (1992). Estimation des pertes de production dues aux ravageurs du cotonnier au Tchad. *Cot. Fib. Trop.*, vol. 46, fasc. 1 – 15. Cirad - Agritrop (<https://agritrop.cirad.fr/416610/>)
40. Son, D., Somda, I., Legreve, A., and Schiffers, B. (2017). Pratiques phytosanitaires des producteurs de tomates du Burkina Faso et risques pour la santé et l'environnement. *Cahiers Agricultures* 26 : 250-255. DOI : 10.1051/cagri/2017010
41. Taghavi, L., (2010). Dynamique de transfert des pesticides en périodes de crue sur les bassins versants agricoles gascons. Thèse de doctorat en Hydrologie, Hydrochimie, Sol, Environnement, Université de Toulouse, France. 205p + annexes
42. Takeshita, V., Mendes, K.F., Alonso, F.G., and Tornisielo, V.L. (2019). Effect of organic matter on the behavior and control effectiveness of herbicides in soil. *Planta Daninha*; v37:e019214401. <https://doi.org/10.1590/s0100-83582019370100110>.
43. Tarnagda, B., Tankoano, A., Tapsoba, F., Sourabie, P. B., Abdoullahi, H.O., Djbrine, A. O., Drabo, K. M., Traore, Y., and Savadogo, A. (2017). Évaluation des pratiques agricoles des légumes feuilles : le cas des utilisations des pesticides et des intrants chimiques sur les sites maraîchers de Ouagadougou, Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences* 117 : 11658-11668. 10.4314/jab.v117i1.3.
44. Toe, A. M., Ouedraogo, R., and Pare S. (2012). Groundwater risk assessment of pesticides used by sn-sosuco for sugar cane cultivation in Burkina Faso. *Journal of Environmental Hydrology* 20:1 – 9. <http://www.hydroweb.com>
45. Trainer, E., and Volker, P. (2008). Assessing runoff water quality following pesticide applications for validation of the PIRI risk assessment tool. Division of Forest Research and Development, Technical Report 02/2008, Forestry Tasmania, Hobart, 13p.
46. Traoré O. (2008). Les succès de la lutte intégrée contre les ravageurs du cotonnier en Afrique de l'Ouest. Communication à la 67^{ème} réunion plénière de l'ICAC. Ouagadougou (Burkina Faso), 16-21 November 2008, pp.11.



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

Trends in the Collaboration Pattern of Moroccan Research in Earth Sciences from 1984 to 2019: A Case Study

Fida Medina, PhD

Former Professor at the Institut Scientifique (University Mohamed V in Rabat)
Moroccan Association of Geosciences, Rabat, Morocco

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n14p183](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p183)

Submitted: 11 February 2021

Accepted: 19 March 2021

Published: 30 April 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Medina F. (2021). *Trends in the Collaboration Pattern of Moroccan Research in Earth Sciences from 1984 to 2019: A Case Study*. European Scientific Journal, ESJ, 17(14), 183. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p183>

Abstract

The output of the Moroccan researchers in Earth sciences and their collaboration trends were studied for the period 1984-2019 using the example of the Journal of African Earth Sciences, the preferred journal of this community, and by using simple bibliometric indicators such as collaboration rate and collaboration level. The main results of the study are: (1) Moroccan researchers participated in 253 articles among which, only 12 were single-author papers. Multi-authorship is the rule with a mode of 4 authors per paper for 45 articles; (2) the number of authors reached 1251 in all papers. When only international collaboration is considered, 1051 authors are found, from which about 48% are from Morocco and 52% belong to other 31 countries; (3) International collaboration, which was exclusively with French researchers and institutions until the 1990s, grew in number but declined in share to 33-42% in the last 15 years, while collaboration with other countries became more important because of the internationalization of research programs.

Keywords: Earth sciences, research evaluation, bibliometry, research collaboration

1. Introduction

During the last decades, globalization of scientific research has led to the increase of multi-disciplinary international collaboration, which has

become indispensable especially in fields which require more or less high technology (Hagedoorn et al., 2000; Zitt & Bassecoulard, 2004). Consequently, peer-reviewed publications, which are the main outcome of research projects, are nowadays mostly co-authored by numerous scientists belonging to national and international scientific networks (Glänzel & Schubert, 2004). In extreme cases, the number of co-authors may attain more than 3,000 as in the mega-technological projects (e.g., CERN: European Organization for Nuclear Research). Generally and comparatively to surveys (Laudel, 2002), co-authorship of papers is considered to be a good indicator of collaborative activity. Nevertheless, it can be criticized because of being partial (many collaborators are not included in the authors' list) and because of the undefined degree of participation of each co-author in the various tasks, such as project and manuscript preparation and experimental tasks (Katz & Martin, 1997).

From the analysis of more than 17 million publications listed in ISI Web of Science (WoS) for the period 1981-2005, Van Leeuwen (2005) stated that those produced by collaboration increased from 30% of total publications in 1981 to almost 70% in 2005. Thus, the internationalization of research led to the decrease of single-address articles in all fields (including social sciences and humanities) from 70% in 1981 to 43% in 2005, although the rate is quite variable from one field to another. Leydersdorff and Wagner (2008) also observed from the analysis of more than 1 million documents listed in the SCI that the number of internationally co-authored documents increased linearly from 10.1% of total records in 1990 to 23.2% in 2005, while the number of addresses to these records grew exponentially from 147,411 in 1990 to 618,928 in 2005. They stated that the break-up of the former Soviet Union and Yugoslavia into the present-day countries should be taken into account.

In the case of Morocco, a developing country whose research and higher education are inherited from the French educational system (Medina, 2015), individual, national and international collaboration between Moroccan doctorate students and their foreign French supervisors have always existed since independence. Formal collaboration between Moroccan universities and foreign institutions did not start before the late 1970s and early 1980s with the Franco-Moroccan "Action Intégrées" projects. Hence, this is followed by several cooperation agreements with Belgium (1994), Spain (1996), Portugal (1999), and Italy (2005) (DESFCRS, 2006). More recently, several international (mainly peri-Mediterranean) projects developed new networks and therefore have extended their collaboration to Moroccan institutions in numerous fields such as botany (e.g., Tela Botanica), geodynamics (e.g., PICASSO, TOPO-IBERIA), and natural hazards (WM in seismology, IOC/ICG/NEAMTWS for tsunami warning).

However, little is known quantitatively about the joint output of Moroccan researchers and their partners. The CNRST stated that up to 80% of the 1075 projects managed were with French institutions (DESFCRS 2006), whereas the report on Moroccan research evaluation indicated that 65% of the co-authored papers in the ISI database from 1991 to 1999 were with French researchers (Kleiche-Dray, 2007; Waast & Kleiche-Dray, 2009). These data are concerned with a given period and do not or briefly refer to the temporal evolution in collaboration, a fact that can be eye-witnessed from the nationalities of researchers attending meetings and/or when visiting teams are received by Moroccan universities.

In order to contribute to the knowledge on the collaborative research undertaken by the Moroccan laboratories, this paper focuses on exposing the results of a bibliometric study on the present-day size and evolution of collaboration with foreign institutions. This was done using the number of papers and affiliation of co-authors in a Scopus-indexed journal, the Journal of African Earth Sciences, because Earth sciences are recognized as a highly collaborative field (e.g., Franceschet & Costantini, 2010; Abramo et al., 2013).

In the case of Morocco, collaboration in Earth sciences has become necessary because of several factors: (1) The lack of analytical facilities in the country leads local laboratories to establish collaborations in order to accomplish the analytical part of projects, although the CNRST created in 2006 an analysis centre (the UATRS), which does not cover all Earth science domains and is subject to slow bureaucracy; (2) Geoscientists from several countries are interested in studying the common geological history of Morocco with North America, Iberia, and Africa; (3) Some neighboring countries (Portugal and Spain in particular) proposed establishing formal collaborations for assessing common geo-hazards such as earthquakes and tsunamis; and (4) Several governmental projects such as the trans-Gibraltar Straits fixed connection, the PNCG (National Plan for Geological Cartography), and petroleum exploration were launched by means of international competitive biddings which attracted foreign universities, companies, and collaborating nationals (ONHYM and universities). The publication output is considered to intimately reflect the Moroccan research as previously estimated by Waast and Kleiche-Dray (2009) in their research evaluation report on Morocco. Nonetheless, several constraints were highlighted by Bouabid and Martin (2009) and Medina (2015).

2. Database and Method

2.1. Brief History

In Morocco, work in geoscience was first published in *Bulletin and Mémoires de la Société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc* (1921-1975), in *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc* (1927-present)

and in the journal *Mines, Géologie et Energie* (1958-1998). The geophysical studies were also published from 1934 to 1956 in the *Annales du Service de Physique du Globe du Maroc* until the Independence of Morocco. In 1975, the *Bulletin de la Société des Sciences* was replaced by the *Bulletin de l'Institut Scientifique*, a multidisciplinary series from 1976 to 2000, which became specialized in 2001. Many attempts to create journals were made, but they were ephemeral usually for financial and marketing reasons (sales). Among others were the *Bulletin de la Faculté des Sciences de Marrakech* (1980s), the *Bulletin des Sciences de la Terre* (Rabat) (early 1980s), and the *Cahiers de la Recherche Scientifique* (Casablanca) in the 2000s. Outside the country, Moroccan researchers usually publish in French journals such as the *Bulletin de la Société Géologique*, *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences, Sciences Géologiques, Géologie Méditerranéenne*, and *Annales de la Société Géologique du Nord*. There are still no published statistics on the number of publications and researchers involved.

The publication of the universities' rankings in the 2000s had several effects on the scientific publication, among which is the shift to English language and the disappearance of several journals that suffered from the lack of submissions (case of *Géologie Méditerranéenne*, highly coveted by Moroccan researchers). At present, Moroccan researchers publish in a large number of journals ranging from *Nature* to national journals, depending on the administrative requirements for promotion, which are generally two papers at least in Scopus-indexed journals.

2.2. Journal Choice and Characteristics

In order to study the main trends in research collaboration, articles published by Moroccan geoscientists in the *Journal of African Earth Sciences (and the Middle East)* from 1988 to 1993), abbreviated to JAES in the following, were used because of several parameters: (1) The journal is multidisciplinary. As a result, it is possible to find numerous fields and then more articles of Moroccan researchers than in specialized journals; (2) It is the journal preferred by the Moroccan researchers in Earth sciences, and the tribune of the Geological Society of Africa; (3) It publishes papers in highly-collaborative fields, such as petrology and geochemistry.

The journal's impact factor for 2020 was 1.6. The number of volumes per year is 12 since 2012, after being 3 from 2004 to 2011 and 2 from 1994 to 2003. Each volume comprised 4-5 issues until 2012 before decreasing to 1 issue per volume.

Before exposing the results, it should be reasonable to assess how much the JAES reflects the general tendency of Moroccan researchers in Earth sciences. To this purpose, the output of Moroccan geoscientists in JAES for the time window 1996-2019 was plotted with that of all Earth science papers

on Morocco published in SCImago database (Figure 1), which is based on Scopus indexed journals. The percentage of papers in JAES varied from 3% (recent years) to 30% (2001, 2004) of all Earth sciences' papers on Morocco in SCImago. A remarkable feature is the parallel variations observed until 2006 (Figure 1), which is emphasized by well-matching maxima and minima. Thus, this undoubtedly indicates that the whole SCImago output in Moroccan ES was influenced by that published in the JAES. The subsequent decline after 2006 may be related to the fact that after the publication of the global university rankings, new international teams preferred to publish their results in more specialized journals with higher impact factors than JAES, such as *Precambrian Research* (IF=5.6 in 2014), *Tectonophysics* (IF=2.8 in 2014), and *Marine Geology* (IF=2.7 in 2014).

Author names and affiliations were picked up through ScienceDirect website using keywords « Morocco » or « Maroc ». Affiliation of authors was carefully checked for each article because in some cases, it was found that the same authors had a foreign laboratory address when they were students and a national one when they started working in Morocco. When the authors had a double address, only the first one was considered. The few non-Moroccan authors (*coopérants*) were also considered when they were working in Moroccan universities and companies. Finally, the papers co-authored by Moroccan researchers on the geology of foreign countries were not taken into account because of their few numbers. Some affiliations were grouped when the companies changed their names or had subsidiaries. This is the case of Managem and ONA holding, ONAREP and BRPM which changed to ONHYM-PH and ONHYM-PM respectively. In addition, professor training institutions (ENS, CRMEF) were grouped. This cannot be done through automatic pick-up.

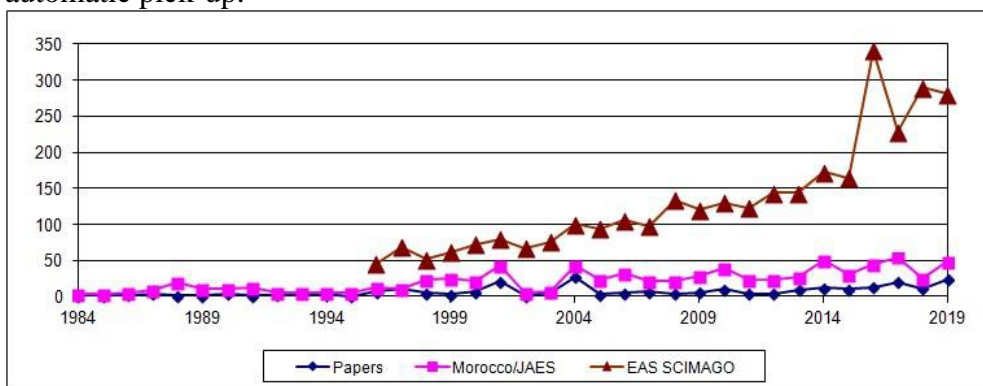


Figure 1. Number of papers published by Moroccan authors in the JAES from 1984 to 2019 by year (lower graph) compared to the papers of the Journal of African Earth Sciences including the keyword “Morocco/Maroc” in the Sciedirect search engine (middle graph) and to the SCImago papers on Moroccan output in geosciences (upper graph)

3. Results

3.1. Moroccan Researchers' Output

Sciencedirect search engine for JAES provided 789 papers and bibliographic notes quoting the word “Morocco” and “Maroc” for the period 1984–2019. Here, the total number of papers authored by at least one researcher from Morocco was 253. This corresponds to a mean percentage of 32%, but ranges from 0% (1995) to 91% (1997) as shown in Figure 2.

Consequently, the general yearly output (i.e., number of published articles) was quite irregular, ranging from 0 to 27 papers (Figure 1). The number of articles per year was gathered in 5-year windows (6 years for the relatively scarce first interval) for better visualizing on the temporal evolution of the output. Figure 3 shows that for this window, the number of papers increased from 11 during 1984-1989 to 77 during 2015-2019 (Figure 3 and Table 1). The large peak with 62 papers that can be observed during the interval 2000-2004 is related to the publication of two special issues on Morocco in 2001 and 2004.

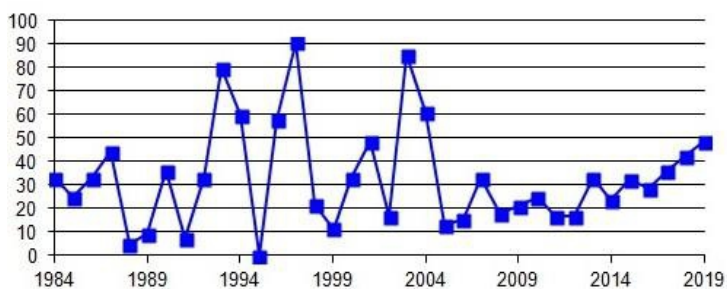


Figure 2. Percentage of publications of Moroccan authors with respect to the papers of the Journal of African Earth Sciences including the keyword “Morocco/Maroc” in the ScienDirect search engine

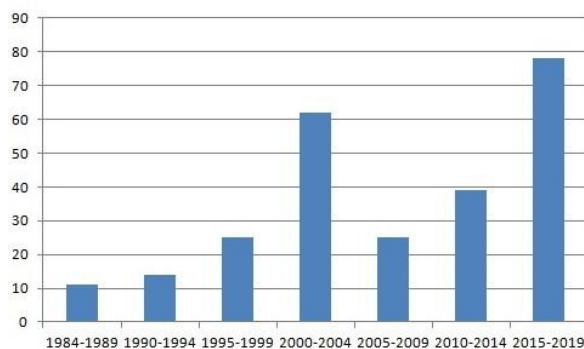


Figure 3. Number of papers of Moroccan authors published from 1984 to 2019 in the JAES by 5 year intervals (6 years for the first one)

Table 1. Number of papers by Moroccan authors, authors, and authors per paper in the JAES by 5 year intervals (6 years for the first one) from 1984 to 2019

Period	Authors	Articles	Authors/Paper
1984-1989	24	11	2.18
1990-1994	45	14	3.21
1995-1999	87	25	3.48
2000-2004	262	62	4.22
2005-2009	112	25	4.48
2010-2014	248	39	6.26
2015-2019	473	77	6.14
Total	1251	253	4.95

By first appearance among all co-authors by paper, Moroccan researchers occupied the first rank in 127 papers from 190 internationally co-authored papers (66.8%).

3.2. *Number of Authors*

Taking into account that repetition of names was allowed, the total number of authors of the 253 papers is 1251, of which 703 were Moroccan. Single-author papers were only 12, which imply a Collaborative Rate (CR) rate of papers with more than one author; Franceschet and Costantini (2010) of 0.99. The mean number of authors per paper for the period 1984-2019 (or Collaborative Level CL sensu Franceschet & Costantini, 2010) is ~5. The mode is 4 authors by paper (45 papers) (Figure 4 and Table 1), followed by 3 and 5 authors (37 papers each), and the highest number of co-authors (maxCL; Levitt & Thelwall, 2009) is 19.

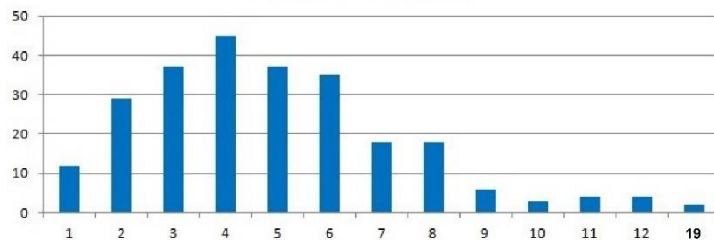


Figure 4. Number of co-authors by paper for the whole output of Moroccan authors in the JAES from 1984 to 2019

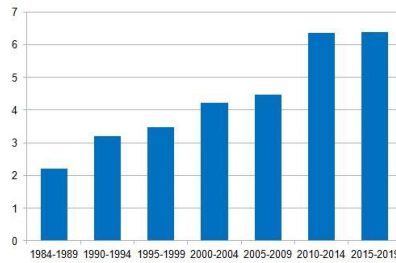


Figure 5. Evolution of the mean number of co-authors per paper by 5-year periods for articles co-authored by Moroccan Researchers in the JAES

When the partial mean is calculated for 5-year intervals, it appears that the number of authors per paper has regularly increased from 2.1 during 1984-1989 to ~6 during 2010-2019 (Table 1 and Figure 5).

By detailed affiliation to Moroccan laboratories, the largest number of papers (67) were published by 115 co-authors (repetition of names allowed) from the Faculty of Sciences of Marrakech. This is followed by those of the faculties of sciences of El Jadida (42 papers by 93 researchers), Rabat (33 papers by 43 researchers), and the Faculty of Sciences and Techniques of Marrakech (32 papers by 54 researchers). The other institutions contributing with 13 papers or more are listed in Table 2.

Table 2. Number of articles published by Moroccan authors in the JAES (upper part and number of authors (lower part) by institution) from 1984 to 2019. FS= Faculty of Science; FST= Faculty of Sciences and Techniques; M = Marrakech; R=Rabat; EJ=El Jadida; O=Oujda; A=Agadir; Mk=Meknès; F=Fès; ISR= Institut Scientifique of Rabat; MEM=Ministry of Energy and Mines

Institution	Papers (P) Authors (A)	1984- 1989	1990- 1994	1995- 1999	2000- 2004	2005- 2009	2010- 2014	2015- 2019	Total
FSM	P	0	1	9	20	6	7	24	67
	A	0	2	17	31	6	15	44	115
FSEJ	P	0	1	2	15	6	6	12	42
	A	0	1	2	34	8	13	35	93
FSR	P	3	5	4	11	4	3	3	33
	A	3	5	5	18	4	5	3	43
FSTM	P	0	1	1	7	5	9	9	32
	A	0	1	1	13	6	16	17	54
FSA	P	0	0	2	10	3	2	9	26
	A	0	0	4	23	6	2	17	52
FSO	P	0	3	2	5	2	7	6	25
	A	0	3	3	8	2	15	7	38
ISR	P	3	3	2	3	1	7	4	23
	A	3	4	2	3	1	8	10	31
MEM	P	3	1	2	1	0	2	8	17
	A	3	1	2	1	0	3	9	19

FSMk	P	0	0	4	4	0	4	4	16
	A	0	0	6	9	0	9	4	28

3.3. *Collaboration Indicators*

Several types of collaboration are discussed below:

1. *Intra muros* or internal collaboration between members of the same research unit, which is reflected by a single address affiliation in the papers.
2. *Domestic (national) collaboration* involving two or more research units belonging to one or more Moroccan universities, companies, and administrations. Domestic collaboration was also considered to exist between Moroccan institutions even when the paper was co-authored with foreign researchers.
3. *International collaboration* involving at least one researcher from a foreign research unit. This type of collaboration may be symmetric (a close number of national and foreign co-authors) or asymmetric (a large number of co-authors on one side).

Domestic Collaboration

Single-address articles were 17 out of 253 (6.7% of total output), with the number of co-authors per paper ranging from 2 to 5. Researchers of the Faculty of Sciences of Marrakech published 4 papers, followed by those of the faculties of Agadir, El Jadida, and the Faculty of Sciences & Techniques of Marrakech (2 papers).

In the bi- to multi-institutional case, only 34 articles from 253 (13.4%) were found for pure domestic collaboration, while those involving domestic collaboration and foreign researchers attained 81 papers. The highest frequency was observed for 2 co-authors belonging to 2 institutions (32 papers), followed by 2+1 (23 papers) and 3+1 co-authors (11 papers).

In the case of 3 institutions or more, 9 among the 35 papers have 2+1+1 co-authors and 7 have 1+1+1 co-authors.

Table 3. Overall domestic collaboration papers of Moroccan geoscientists in JAES articles, including single address and multi-addresses in national and international collaboration papers. Numbers between parentheses correspond to researchers by affiliation.

Number of institutions	National Collaboration papers		International Collaboration papers		Total
1	–		–		17
2	25	9×(1+1) 4×(2+1)	55	23×(1+1) 19×(2+1)	80
3	9	5×(2+1+1)	18	7×(1+1+1) 4×(2+1+1)	27
≥4	0		8	2×(2+2+1+1)	8

The temporal evolution of pure domestic co-authorship is not significant because of the drastic decrease of papers with this type of collaboration after 2004. Also, researchers of the Faculty of Sciences of Marrakech showed the most intense national collaborative behavior as they co-authored papers with researchers from up to 11 institutions since 1992, especially from the neighboring (and in some sense daughter institution) Faculty of Sciences and Techniques of Marrakech (4 papers). The oldest institutions, the Faculty of Sciences of Rabat (papers since 1983) and the Institut Scientifique, a national research institute in Rabat, collaborated with 8 institutions.

International Collaboration

Several parameters were calculated from the 190 articles co-authored by Moroccan and foreign researchers (almost 75% of the total output).

The first is the percentage of Moroccan and foreign authors. Among the 1051 authors found (repetitions allowed), 503 are from Morocco (about 48%) and 548 (52%) belong to other 31 countries.

In Morocco, the institutions which show the largest international collaboration are the Faculty of Sciences of Marrakech. The 52 internationally co-authored papers were mainly with researchers from France with 34 papers (80%) and 75 co-authors (61.44%), while the other co-authored papers were insignificant (collaboration with Spain only produced 3 papers and 11 co-authors).

By country, the largest number of co-authored papers and co-authors (repetitions allowed) belongs to France with 121 papers (63%) and 258 researchers (47% of foreign authors) as shown in Figure 6 and Table 4. Thus, this is followed by Spain with 30 papers (16%) and 80 co-authors (14.7%) and Italy with 14 papers and 36 co-authors (6.6%). The other countries are shown in Figure 6. Only 14 papers were co-authored with African researchers and institutions.

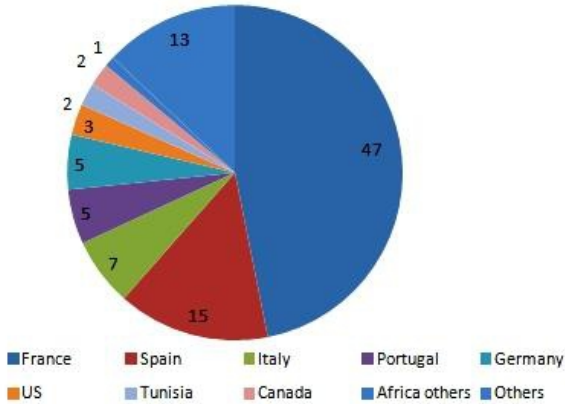


Figure 6. Percentage of foreign co-authors' affiliations collaborating with Moroccan researchers from 1984 to 2019 in articles of JAES

As previously indicated, the main output shown in Figure 7 was with the FS of Marrakech with 34 papers, followed by the FS El Jadida (21), FST Marrakech (18), FS Agadir (17), FS Rabat (15), FS Casablanca-Ain Chock (10), the ENS teachers formation institutions (10), and the Geological Service of the Ministry of Mines (10).

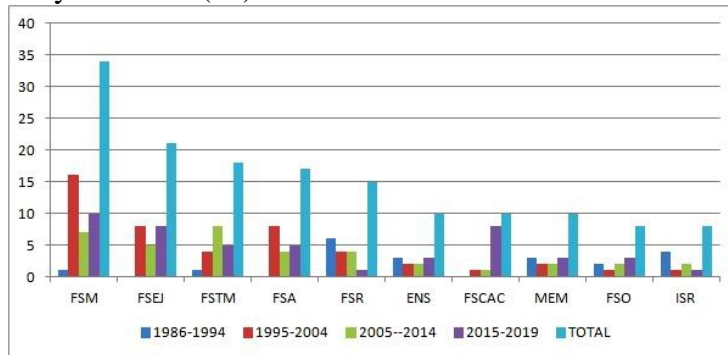


Figure 7. Evolution of the number of papers co-authored by French researchers with various Moroccan institutions from 1984 to 2019 in the JAES

Table 4. Number of articles and French co-authors in the JAES from collaboration with Morocco

France	1984-1989	1990-1994	1995-1999	2000-2004	2005-2009	2010-2014	2015-2019	Total
Articles	6	11	13	28	13	16	34	121
Authors	11	19	24	47	28	40	89	258
Auth/Pap	1.83	1.72	1.84	1.68	2.15	2.5	2.61	2.13

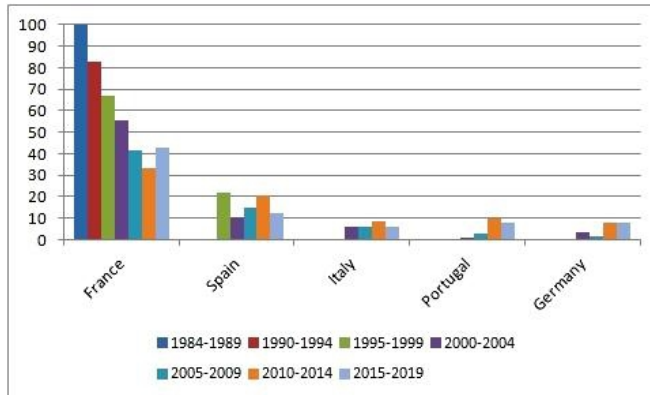


Figure 8. Evolution of the percentage of foreign co-authors collaborating with Moroccan researchers in articles of JAES from 1984 to June 2019

However, when the temporal evolution of collaboration is analyzed by 5-year periods (Figure 8), it can be observed that with respect to other foreign nationalities, the percentage of French co-authors decreased steadily from almost 100% in 1984-1989 to 33% in 2010-2014, recovering to 42% in 2015-2019. On the other hand, those of other countries increased before a slight decrease in the last 5 years mainly because of the larger increase of French co-authors.

4. Interpretation and Discussion

4.1. Authorship and Research Collaboration

It is important to point out that it is beyond the scope of this paper to discuss whether co-authorship reflects or not a full or partial collaboration (e.g., Laudel, 2002). Therefore, it is considered that co-authorship is fairly a good reflection of collaboration.

From the data exposed in Section 3, it appears that only 12 papers were single-authored in order to make the rule of collaboration and co-authorship. This was found by Kleiche-Dray (2007; her Table 4) who, from Thomson Scientific Data, stated that international collaborative share (%) of astro- and geo-sciences in Moroccan papers was in the range 70-80%.

The most frequent number of co-authors was 4 (45 papers), a value which is in conformity with other studies on authorship in Earth sciences. For instance, Franceschet and Costantini (2010) found on the basis of 585 articles that the mean number of authors per paper in Earth sciences (Collaborative Level) was $CL=4.07$. This appears as a common feature in this domain, which requires a large effort in the field (e.g., mapping and sampling in mountainous areas), followed by long and expensive analytical procedures (preparation of thin slides and fossils, geochemical and isotope analyses). Thus, these are generally carried out and/or funded by two or more institutions.

The steady increase of the mean number of co-authors from 2 in the period 1984-1989 to 6 in the period 2010-2019 indicates that an increasing number of researchers were involved in bi- to multi-lateral collaboration projects. The largest number (19) of co-authors (Bensalah et al., 2013) was found for an international project involving several researchers from Morocco (5 institutions), Portugal (3), France (2), Italy (2), and Spain (1).

The fact that 67% of the first authors in international collaboration papers are Moroccan indicates that they are the main researchers of the collaborating team. In several cases, university teachers preparing their former State Thesis (*Thèse d'Etat*) and later PhD students occupy the first rank, certainly because they have carried out most of the technical/experimental task (fieldwork, sampling tasks and at least part of the analytical study generally in a foreign laboratory). Nonetheless, it is not certain that the PhD students were the co-authors who have prepared the manuscripts but may be the corresponding authors. As a result, the latter task was rather accomplished by an experienced researcher in order to shorten the delay of publication. When the first author is from a foreign country, it is either a PhD student or the main senior researcher of a bi- or multi-lateral project. Finally, when there is only one Moroccan researcher with a low rank in the authors' list, it generally corresponds to a research program led by a foreign laboratory, which includes a local researcher or administrator because of his knowledge of the field or/and his ability to facilitate contacts with scientific and administrative authorities.

4.2. Evolution of Domestic Collaboration

As exposed in Section 3.3.1., domestic collaboration between Moroccan universities and companies is relatively low because of the same shared problems. Therefore, much of this collaboration is individual and vertical, often between supervisors and their students who became teachers and staff members at the new faculties, administrations and companies.

There are a few publications in which there was also an apparent horizontal collaboration. For instance, several PhD students conducted studies of mining and hydrocarbon exploration which triggered collaboration between the university and the Moroccan offices and companies such as the Petroleum

Office ONAREP (lately ONHYM-pôle hydrocarbures), Office Chérifien des Phosphates (OCP), MANAGEM, and ONHYM-pôle mines. Vertical collaboration may also be present when the former student is working in a company but still has papers with his former supervisor. Another example of real horizontal collaboration may be illustrated by the PNCG geological mapping program, conducted by researchers but managed by private offices, whose products are geological maps published by the Geological Service (not included in Scopus database).

Horizontal collaboration is also present when one co-author is outside the university but provides a useful database that cannot be exploited by his/her administration. This is current in geophysics and water science.

4.3. *Evolution of International Collaboration*

In the 1980s, collaborating institutions and authors were almost-exclusively from France. Despite the increase of their numbers, the percentage with respect to authors from other countries decreased reaching only 33% in 2010-2014 before rising again to 42%. The other co-authors of articles published in 1984-2019 belong to Spain, Italy, Portugal, Germany, the United States, Tunisia, and to 24 more countries. This evolution was also noted by Kleiche-Dray (2007; her Table 5) for the short period 2001-2004 (all disciplines), where the percentage of French partners fell from 71% to 62.7%, while Spain and Germany increased their share.

This shift in collaborating countries can be explained by several factors:

- i. By the early years of post-independence research in Morocco, the « Marocanization » period (1970s and especially the early 1980s), which corresponds to the replacement of French teachers by Moroccan ones, most young researchers were still attached to the French universities where they generally prepared their theses and published their work with their supervisor(s). Among the possible collaboration types (Laudel, 2002), this can be considered as a simple vertical collaboration. In addition, France was the only country which had cooperation agreements with Morocco (Actions Intégrées, CNRS-CNRST) (Kleiche-Dray, 2007), which in most cases also involved a strong vertical collaboration and a weak horizontal one. Consequently, it is not surprising that most foreign co-authors (at least in this journal) were from France.
- ii. Afterwards, probably because the Moroccan ministry of higher education and the CNRST signed new cooperation agreements with research institutions of other European countries, several senior Moroccan researchers started working with laboratories out of France, which often offered better technical and financial support than the

- French ones (e.g., CSIC, DFG, NSF). It can also be taken into consideration that several former supervisors of Moroccan researchers attained retirement age and their laboratories changed their personnel and often research policy (e.g., shift from structural to environmental geology).
- iii. More recently, several projects, such as the European Union-funded projects for peri-Mediterranean countries (e.g., PHC-Maghreb, ScolaMAR), led to a large increase in the number of collaborating nations and teams, making the number of co-authors rise to more than 6 authors.
 - iv. It is also important to note that the shift of the journal language from French and English to English exclusively in the early 2000s was a major factor in determining the change in collaboration. Thus, it is required that the Moroccan senior researchers should make an additional effort to learn English writing to facilitate an easier communication process with English-speaking researchers (e.g., Spain, Portugal, and Germany) and to trigger new collaboration projects.

However, collaboration with French researchers and institutions is still important as shown by the high percentage of papers (80%) co-authored with the most collaborative Moroccan university, the Faculty of Sciences of Marrakech, especially in tectonics, geochemistry, and metallogeny. One reason is that a large number of high-level researchers in France (head of laboratories and advisors to regional institutions), who are originally Moroccan, have studied in Morocco. Hence, they still have strong ties with their original universities, especially in the field of environmental geology and natural hazards.

It should be pointed out that, in conformity with the conclusions of Adams et al. (2014), collaboration with African countries through JAES is extremely low, with only 14 papers and 23 co-authors. The largest co-authorship was with Tunisia (6 papers and 11 co-authors), Egypt, and South Africa (3 papers and 5 co-authors each). Two other papers were co-authored with Nigeria and Côte d'Ivoire in the latter case by a former PhD student in Rabat. However, collaboration appears to be reflected through other journals which are not internationally indexed, especially the *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, where South African geologists have published the descriptions of several geological maps elaborated in the context of the PNCG program.

In the case of Algeria, the absence of collaboration is obviously related to the political situation and the closure of the frontier, although several issues could be shared such as the seismic and tsunami hazards. It is also surprising

that no collaboration exists with other countries of the *Union du Maghreb Arabe (UMA)* such as Libya (before the present-day conflict) and Mauritania, except for sporadic papers. It can be easily understood that Libyan researchers in geosciences are focalized on petroleum geology and may consequently have more fruitful collaboration with Egypt and Algeria.

4.4. *Impact on Moroccan Researchers and Laboratories*

It is clear that domestic and international collaboration have a positive impact on individual researchers and their laboratories, the most obvious being the increase of the number of publications (Franceschet & Constantini, 2010). However, the fact that almost 70% of the papers published on Morocco in the JAES were exclusively co-authored by foreign researchers (European Union mainly) indicates little North–South collaboration and therefore no benefits for the national researchers in terms of knowledge and technological transfer.

Individual researchers benefit from the knowledge provided by the international programs, and also from the publication of papers in high-impact factor journals which in turn has a large impact on their career and advance. It is very difficult to determine the level of the researchers because their contributions to the research programs remain quite undefined although they are certainly a milestone in the field studies. When examining the researchers' output, the scientific commissions of Moroccan universities take into account the number of publications in Scopus-indexed journals and the authors' rank but his h- and g-indexes have been ignored to date, with the exception of the *Hassan II Academy of Sciences and Techniques*.

The impact on Moroccan PhD students' career is important as they benefit from high quality scientific and technological knowledge which may help them find a teaching/research position easily, although rarely in their original domain.

The impact on the Moroccan laboratories may be important from the output point of view. However, it is not obvious in terms of technological transfer, as most programs do not include acquisition of heavy scientific material such as analytical facilities for geophysical and geochemical studies. In addition, such heavy technology should need high-level operators for maintenance and hence a huge know-how transfer. Nonetheless, there are a few exceptions, such as the gift of 4 broadband seismographs by the European institutions to the Institut Scientifique of Rabat and permanent GPS stations offered by Portugal and the United States to the same institute and to the Faculty of Sciences of Marrakech. As stated in the previous section, French researchers of Moroccan origin contribute to transfer their know-how to their partners in Morocco. Although there is no technological transfer, they often receive colleagues and students for training.

Due to the lower level of scientific research and technology of Moroccan institutions with respect to those of the collaborating countries, one major question is: does the collaboration correspond to a real horizontal collaboration? And if so, what is the degree of asymmetry?

Indeed, bibliometric research can provide us with some information depending on the number of Moroccan or other affiliations. The gathered co-authored papers were grouped into perfectly symmetric (50% of Moroccan co-authors), sub-symmetric (40% to 49% of Moroccan or other affiliations), slightly asymmetric (33%-39%), asymmetric (25%-32%), highly asymmetric (20%-25%), and extremely asymmetric (<20%). The results show a good symmetry between Moroccan and foreign researchers for all categories (e.g., 1+3 and 3+1) with the exception of the extremely high asymmetric co-authorships (e.g., 1+6 to 1+10), which are inclined toward foreign affiliations.

In the Earth science domains with reduced analytical tasks, such as structural geology or continental sedimentology, there appears some symmetry because the foreign partners may only contribute by their knowledge and a little simple software. In contrast, when the foreign partners contribute by high technological tasks (use of vessels, geochemical and isotope analyses, and seismic surveys), the collaboration becomes highly asymmetric as can be inferred from the publications where a small number of Moroccan researchers are involved with a low rank among the authors.

Conclusion

In this paper, the output of the Moroccan researchers in Earth sciences was studied through the example of the JAES, one of the most preferred journals by this community. The main results are:

1. A total of 703 Moroccan researchers participated in 253 articles, among which only 12 were single-author papers. Multi-authorship is the rule with a mode of 4 authors per paper for 45 articles.
2. The number of authors reached 1253 in all papers. When only international collaboration is considered, 1053 authors are found, among which about 503 (48%) are from Morocco and 548 (52%) belong to other 31 countries.
3. International collaboration, which was exclusively with French researchers and institutions until the 1990s, declined to 42% in the last years, while collaboration with other countries became more important because of the internationalization of research programs.

Despite the small database, this particular journal seems to perfectly reflect the trends in collaboration of Moroccan authors and institutions with foreign ones in geosciences.

Acknowledgements

The author would like to express his gratitude to Profs Mimoun Harnafi (Institut Scientifique, Rabat), Abdellah Ammar (Faculty of Sciences, Rabat), and Nasreddine Youbi (Faculty of Sciences, Marrakech) for the fruitful information on the international collaboration programs they are managing or have managed. Special thanks to Drs. Nirmal Kumar Bitchoo (Université des Mascareignes, Mauritius) and Sigit Tryono (Universitas Negeri, Indonesia) for their remarks and suggestions.

References:

1. Abramo, G., D'Angelo, C.A. & Murgia, G. (2013). The collaboration behaviors of scientists in Italy: a field level analysis. *Journal of Informetrics*, 7, 442-454
2. Adams, J., Gurney, K., Hook, D. & Leydersdorff, L. (2014). International collaboration clusters in Africa. *Scientometrics*, 98, 547-556.
3. Bensalah, M. K., Youbi, N., Mata, J., et al. (2013). The Jurassic–Cretaceous basaltic magmatism of the Oued El-Abid syncline (High Atlas, Morocco): physical volcanology, geochemistry and geodynamic implications. *Journal of African Earth Sciences*, 81, 60-81.
4. Bouabid, H. & Martin, B.R. (2009). Evaluation of Moroccan research using a bibliometric based approach: investigation of the validity of the h-index'. *Scientometrics*, 78/2: 203-217.
5. Département de l'Enseignement Supérieur, de la Formation des Cadres et de la Recherche Scientifique (2006). *Vision et stratégie de la recherche horizon 2025*.
http://www.auf.org/media/IMG2/pdf/Rapport_Recherche_Scientifique_Maroc-2.pdf
6. Franceschet, M. & Costantini, A. (2010). The effect of scholar collaboration on impact and quality of academic papers. *Journal of Informetrics*, 4, 540-553.
7. Glänzel, W. & Schubert, A. (2004). Analysing scientific networks through co-authorships. In Moed, H.F. et al. (Eds): *Handbook of quantitative Science and technology research*. Kluwer Academic Publishers, pp. 257-276.
8. Gomez, I., Fernandez, M.T. & Sebastian, J. (1999). Analysis of the structure of international scientific cooperation networks through bibliometric indicators. *Scientometrics*, 44, 3, 441-457.
9. Hagedoorn, J., Link, A.N. & Vonortas, N. (2000). Research partnerships. *Research Policy*, 29, 567-586.
10. Katz, J.S. & Martin, B.R. (1997). What is research collaboration? *Research Policy*, 26, 1-18.

11. Kleiche-Dray, M. (2007). *La recherche scientifique au Maroc; rapport de synthèse*. Institut de Recherche et Développement. http://www.estimate.ird.fr/IMG/pdf/Estime_synthese_Maroc_v2.pdf. Accessed 10 July 2014
12. Laudel, G. (2002). What do we measure by co-authorship? *Research Evaluation*, 11, 1, 3-15.
13. Levitt, J.M. & Thelwall, M. (2009). Citation levels and collaboration within library and information science. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60, 3, 434-442.
14. Leydersdorff, L. & Wagner, C.S. (2008). International collaboration in science and the formation of a core group. *Journal of Informetrics*, 2, 317-325.
15. Medina, F. (2015). The output of researchers in Morocco compared to some North African countries from 1996 to 2012, and its relationship to governmental major decisions on higher education and scientific research. *Scientometrics*, DOI 10.1007/s11192-015-1701-8
16. Van Leeuwen, T. N. (2005). Strength and weakness of national science systems: A bibliometric analysis through cooperation patterns. *Scientometrics*, 79, 2, 389-408.
17. Waast, R. & Kleiche-Dray, M. (2009). *Evaluation of a national research system: Morocco*. European Commission, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, series Capacity, 7, 164 p.
18. Zitt, M. & Bassecoulard, E. (2004). Internationalisation in Science in the prism of bibliometric indicators. In Moed, H.F. et al. (Eds): *Handbook of quantitative Science and technology research*. Kluwer Academic Publishers, pp. 407-434.

Appendix: Abbreviations used

CERN: Formerly Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire, now European Organization for Nuclear Research

CNRS: Centre National de la Recherche Scientifique (France)

CNRST: Centre National de la Recherche Scientifique et Technique (Morocco)

CSIC: Consejo Superior de Investigacion Cientifica (Spain)

DESFCRS: Département de l'Enseignement Supérieur, de la Formation des Cadres et de la Recherche Scientifique

DFG: Deutsche Forschungsgemeinschaft (Germany)

IOC/ICG/NEAMTWS: International Oceanographic Commission/
International Coordination Group / North Eastern Atlantic and Mediterranean
Tsunami Warning System

ISI: Institute of Scientific Information

JAES: Journal of African Earth Sciences

NSF: National Science Foundation (United States)

ONHYM: Office National des Hydrocarbures et des Mines (Morocco)

PARS: Programme d'Appui à la Recherche Scientifique (Morocco)

PROTARS : PROgramme Thématique d'Appui de la Recherche Scientifique (Morocco).

PHC: Partenariats Hubert Curien (France/Europe)

PNCG: Programme National de Cartographie Géologique (Morocco)

SCI: Science Citation Index

UATRS: Unités d'Appui Techniques à la Recherche Scientifique

WM: West Mediterranean seismological network

Caracterisation des Agrosystemes de la Commune de Gogounou au Nord-Est du Benin par Teledetection a Moyenne Resolution Spatiale

André Kindjinou

Département de Géographie et Aménagement du Territoire (DGAT), Benin

Hervé Koumassi

Cyr Gervais Etene

Ibouraïma Yabi

Laboratoire Pierre PAGNEY, Climat, Eau, Ecosystème et Développement,
Université d'Abomey-Calavi, Cotonou 1, Benin

Ismäïla Toko Imorou

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

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n14p203](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p203)

Submitted: 16 September 2020

Accepted: 23 March 2021

Published: 30 April 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Kindjinou A., Koumassi H., Etene C.G., Yabi I. & Imorou I.T. (2021). *Caracterisation des Agrosystemes de la Commune de Gogounou au Nord-Est du Benin par Teledetection a Moyenne Resolution Spatiale*. European Scientific Journal, ESJ, 17(14), 203.

<https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p203>

Resume

La télédétection se présente de plus en plus comme un outil précieux d'analyse des agrosystèmes en complément des approches traditionnellement utilisées. La présente étude vise à caractériser les agrosystèmes de la commune de Gogounou à partir des données de télédétection. La méthodologie développée a consisté à l'utilisation des séries temporelles d'images SPOT6 et SPOT7 (6 m de résolution spatiale) acquises sur la commune de Gogounou et des données secondaires issues de la base de données du projet OSFACO et des points GPS de 85 exploitations agricoles réparties dans la commune de Gogounou. La cartographie du domaine cultivé a été réalisée à partir d'indices spectraux dérivés des images SPOT. Trois types de systèmes agricoles ont été déterminés : les cultures vivrières (maïs, mil, sorgho) représentant 66 % des zones agricoles, la culture de rente (coton) pour 13 % du secteur et les cultures

mixtes (mélange de sorgho, de mil et de coton) représentant 21 %. Les résultats de cette étude permettent de dégager de nouvelles pistes de couplage de télédétection et données de terrain en apportant une information continue dans le temps sur la caractérisation des agrosystèmes au Bénin.

Mots-clés : Gogounou, cartographie, agrosystème, indices de télédétection, domaine cultivé

Characterization of Agrosystems in the Municipality of Gogounou in Northeast Benin by Medium-Resolution Remote Sensing

André Kindjinou

Département de Géographie et Aménagement du Territoire (DGAT), Benin

Hervé Koumassi

Cyr Gervais Etene

Ibouraïma Yabi

Laboratoire Pierre PAGNEY, Climat, Eau, Ecosystème et Développement,
Université d'Abomey-Calavi, Cotonou 1, Benin

Ismâïla Toko Imorou

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

Abstract

Remote sensing is increasingly presented as a valuable tool for analyzing agrosystems, in addition to the approaches traditionally used. The present study aims to characterize the agrosystems of the commune of Gogounou from remote sensing data. The methodology developed consisted in using the time series of SPOT6 and SPOT7 images (6 m spatial resolution) acquired in the town of Gogounou and secondary data made up of the OSFACO project database and GPS points of 85 farms spread throughout the area. Mapping of the cultivated area was carried out using spectral indices derived from SPOT images. Three types of agricultural systems were identified: food crops (maize, millet, sorghum) representing 66% of agricultural areas, cash crops (cotton) for 13% of the sector and mixed crops (mixture of sorghum, millet and cotton) representing 21%. The results of this study make it possible to identify new avenues for coupling remote sensing and field data by providing continuous information over time on the characterization of agrosystems in Benin.

Keywords: Gogounou, mapping, agrosystem, remote sensing indices, crop area

Introduction

L'existence de la vie humaine est tributaire aux ressources de la Terre. Parmi ces dernières, l'on note les ressources alimentaires qui proviennent des activités de production des hommes. On y distingue la foresterie, les activités de transformation alimentaire, la production animale et la production végétale (Kouhoundji *et al.*, 2016). La satisfaction des besoins alimentaires constitue un défi pour l'humanité et se repose sur la production agricole. En Afrique Tropicale et particulièrement au Bénin, le système agricole est constitué d'une agriculture vivrière de subsistance essentiellement céréalière (Akponikpe *et al.*, 2019), tributaire du climat et reposant sur des équilibres écologiques de plus en plus fragiles (Edea, 2018). Au Bénin, dans le but de satisfaire les besoins alimentaires de sa population, les gouvernants ont élaboré un Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole (PSDSA) à l'horizon 2025. Ce plan vise à assurer une intercommunalité plus bénéfique aux populations, grâce à l'amélioration de l'accès des acteurs des filières agricoles à des services de qualité revêtant un intérêt commun. Ainsi, la caractérisation des espaces agricoles est indispensable pour une mise en œuvre efficiente du PSDSA, car elle permet d'avoir dans le temps, la répartition géographique des zones agricoles d'un espace donné.

Le département de l'Alibori et plus précisément la commune de Gogounou ne fait pas exception à ces défis agricoles. En effet, dans la Commune de Gogounou, l'agriculture est extensive et se pratique sur des domaines cultivés fragmentés, avec des parcelles de petites tailles de 10 hectares soumises à la synchronisation des phénologies des agrosystèmes liées au régime des précipitations (Mama *et al.*, 2013 ; Dedjan, 2010). Alors pour prévoir la production agricole, les caractéristiques des agrosystèmes doivent être renseignées par des données sur les surfaces cultivées (Begue *et al.*, 2016). La télédétection se révèle particulièrement utile dans les domaines relatifs aux surfaces cultivées, aux rendements et à la production. La méthode classique d'estimation des surfaces cultivées est toutefois longue, coûteuse, fastidieuse et sujette aux erreurs humaines (Ray et Neetu. 2017). Elle est aussi extrêmement difficile à appliquer sur certains types de terrain, notamment les zones d'altitude basse. Face à ces difficultés, la télédétection par satellite offre une solution pour estimer les surfaces cultivées, soit directement ou indirectement en complément aux systèmes d'échantillonnage aréolaire.

Le recours à la télédétection aux fins d'identification et de classification des cultures, se justifie principalement par la différence d'apparence des cultures dans les données multibandes (Leroux, 2015). Cette variation s'explique par les caractéristiques structurelles, physiologiques et

phénologiques des plantes ainsi que par la diversité des pratiques culturelles (Vintrou *et al.*, 2012). L'identification des cultures est rendue possible par l'association de ces données de télédétection et de la réalité de terrain collectée sur les sites échantillonnés. La présente étude vise à caractériser les agrosystèmes de la commune de Gogounou à partir d'images SPOT 6-7. Les images SPOT sont cohérentes en termes de période d'acquisition ensoleillée (en novembre et en décembre) et couvrent toute la commune de Gogounou. Ces images n'ont pratiquement pas de couvert nuageux.

1. Caractéristiques générales du milieu

La commune de Gogounou est située au sud du département de l'Alibori et s'étend sur les méridiens 2°24' à 3°15' Est les parallèles 10°32' et 11°05' Nord (figure 1).

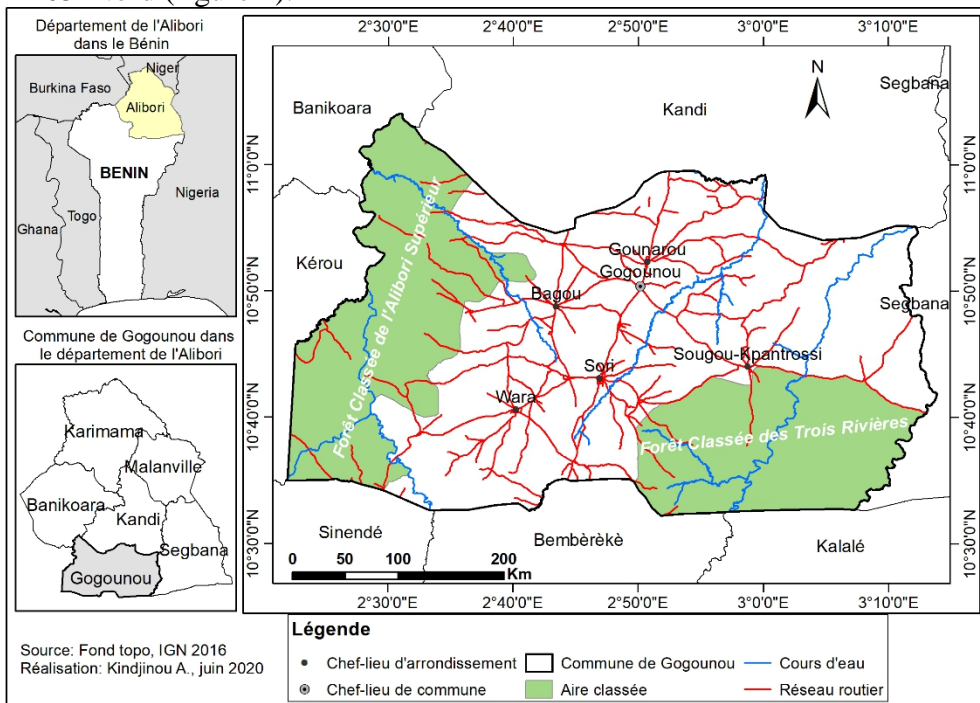


Figure 1 : Situation géographique et administrative de la Commune de Gogounou

Avec une population agricole estimée à 92085 actifs pour 10976 ménages agricoles, la commune de Gogounou couvre une superficie de 3803 km², ce qui représente 18,66% de l'ensemble du département de l'Alibori (Adapté de IGN, 2016 ; MAEP, 2017).

Elle est limitée au nord par les communes de Banikoara et de Kandi, au sud par les communes de Sinendé et de Bembéréké, à l'est par les communes de Ségbana et de Kalalé puis à l'ouest par la commune de Kérou.

Elle est située dans le domaine climatique soudano-guinéen marqué par une saison pluvieuse de mai à octobre (en moyenne 105 mm en mai à 270 mm de pluie en septembre avec une température moyenne de 28°C), et une saison sèche de novembre à avril. Les sols sont majoritairement ferrugineux (96 %) généralement aptes pour la culture du coton, du maïs, du sorgho, du riz et du maraîchage (adapté de Azontondé *et al.*, 2009). Le réseau hydrographique du secteur d'étude est essentiellement composé du fleuve Ouémé et des cours d'eau. En saison sèche, il existe des mares en chapelet dans les lits mineurs des grands cours d'eau. Par contre, l'assèchement de plusieurs cours d'eau secondaires durant cette période se justifie par la faiblesse du surplus hydrologique qui est en moyenne de 105,6 mm. Les aires classées occupent 41 % (1557 Km²) de la superficie de la commune et la présente recherche exclue cette partie. L'agriculture et l'élevage sont les principales activités de la population dans la commune.

2. Données et méthodes

2.1. Données

Les données utilisées sont de natures quantitative et qualitative et sont issues de plusieurs sources. Les données qualitatives que sont, les types de cultures, l'association de cultures, les superficies emblavées, les pratiques agricoles et la durée du cycle des cultures sont issues des entretiens auprès de 50 exploitants agricoles produisant principalement le coton, le maïs, le mil, le sorgho et le riz. Quant aux données quantitatives elles sont composées de trois images SPOT 6-7 à 6 m de résolution, des données vectorielles d'occupation du sol issues de la base de données de la composante forêt galerie du projet OSFACO (Observation Spatiale des Forêts d'Afrique Centrale et de l'Ouest) 2016 et 85 points de vérité terrain représentant différents agrosystèmes dans 13 villages (figure 2).

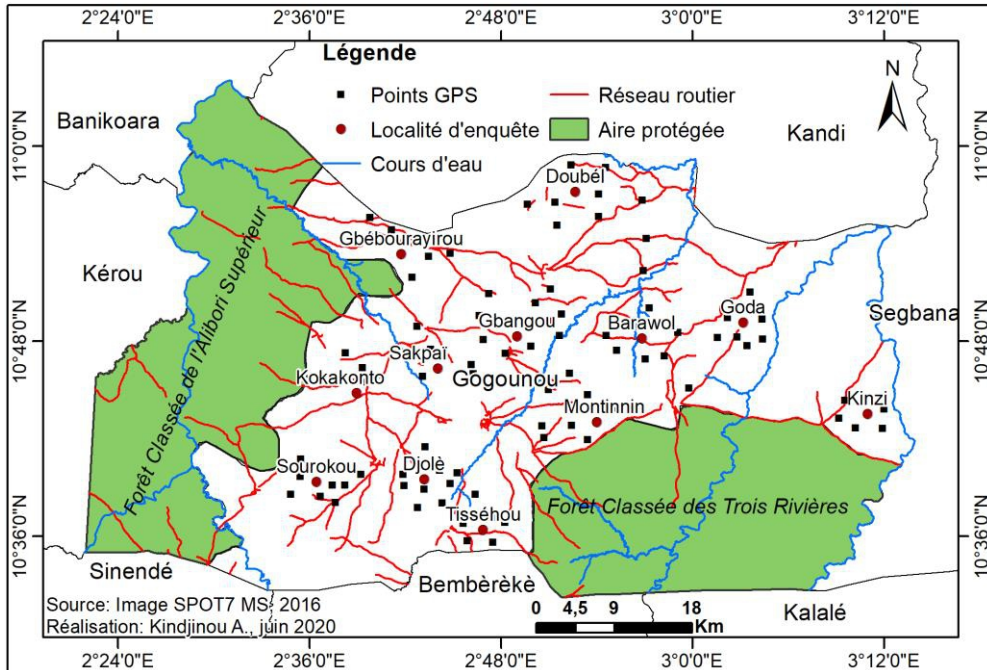


Figure 2 : Répartition géographique des points GPS et des localités d'enquête

Le tableau I présente les caractéristiques des images satellitaires utilisées.

Tableau I : Caractéristiques des images SPOT utilisées

Image	Synthèses temporelles	Résolution spatiale	Date
SPOT 6 MS	Annuel	6 m	Décembre 2015
SPOT 7 MS	Annuel	6 m	Novembre 2016
SPOT 7 MS	Annuel	6 m	Décembre 2016

Source : OSFACO, Images Pivot (2015-2016)

2.2. Méthodes de traitement des données

Pour caractériser les agrosystèmes de la commune de Gogounou, deux méthodes sont utilisées. La première approche est basée sur l'utilisation d'indice spectral contenu dans l'image SPOT 6-7 pour cartographier le domaine cultivé et le domaine non cultivé dans la commune de Gogounou. Cette méthode comprend deux étapes : la stratification du territoire et la classification culture et non culture. L'indice spectral NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) de trois images SPOT7 des mois de novembre et décembre 2016 à 6 m de résolution est d'abord utilisé pour stratifier le territoire en zones homogènes. Cette stratification est faite avec le logiciel QGIS 2.18.4 en procédant à une segmentation et à une classification supervisée des segments.

Le NDVI et l'EVI sont calculés de la façon suivante :

$$NDVI = \frac{PIR-R}{PIR+R} \in [-1, 1]$$

Pour le calcul des valeurs de NDVI, le fichier VRT regroupant les 3 bandes du visible (x1, x2 et x3) et la bande de l'infrarouge (x4) est utilisé avec la fonction *construire un raster visuel*. Par la suite, dans la calculatrice raster de QGIS, les opérations de calcul sont effectuées avec enregistrement de nouvelles images.

Les résultats de classification sont évalués avec les mesures de précision pour l'utilisateur et pour le réalisateur en utilisant la base de données (BD) du projet OSFACO et les données de terrain.

La seconde approche repose sur la superposition pixel par pixel des indices NDVI et de la base de données vectorielles et celles des points de vérité terrain. Elle utilise l'Analyse en Composante Principale (ACP) des données issues des entretiens avec les paysans pour définir trois types de systèmes agricoles. Chacun des 85 points a été assigné à une classe U_1 , U_2 et U_3 en considérant les cultures majoritairement cultivées dans ces agrosystèmes :

- la classe U_1 regroupe les champs de coton ;
- la classe U_2 regroupe les champs de sorgho, de maïs et de mil avec le maïs comme culture majoritairement cultivée ;
- la classe U_3 qui est une classe mixte est composée à la fois des cultures vivrières (mil, sorgho, maïs) et le coton.

3. Résultats et discussions

3.1. Zonage du domaine agricole de la commune de Gogounou

La méthode de cartographie a permis de montrer l'importance des SPOT 6-7 dans l'identification du domaine cultivé. Dans l'ensemble, les résultats sont satisfaisants (figure 3).

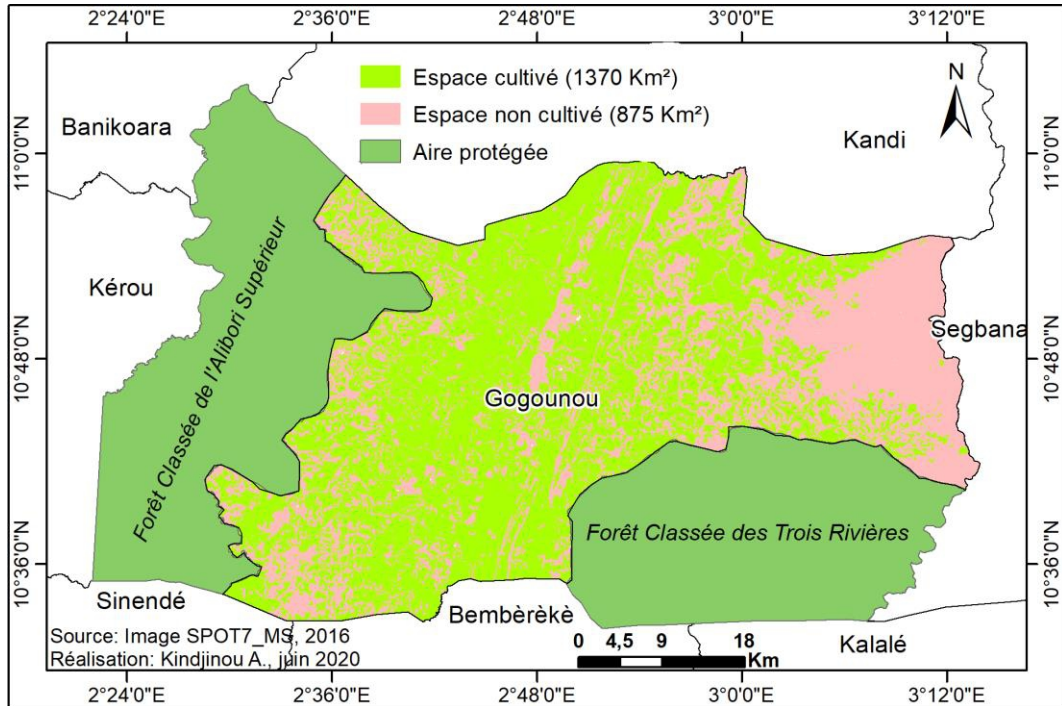


Figure 3: Stratification de la commune de Gogounou en deux zones homogènes selon le NDVI

Les espaces cultivés occupent 1370 km² et les espaces non cultivés font 875 km².

Les résultats de la classification ne présentent pas le même niveau de satisfaction selon le lieu dans la commune.

La carte du domaine cultivé issue de la classification a été validée avec les données d'OSFACO en discriminant les espaces cultivés des espaces non cultivés dans la commune de Gogounou. Cette comparaison s'est faite en utilisant la matrice de confusion (tableau II).

Tableau II : Matrice de confusion entre NDVI et la BD OSFACO

		NDVI	BD OSFACO
Espace cultivé	Erreur d'omission	36,1 %	67,3 %
	Erreur de commission	38,5 %	28,4 %
Espace non cultivé	Erreur d'omission	27,4 %	19,7 %
	Erreur de commission	24,6 %	42,6 %
Pourcentage de Pixels correctement classés		69,7 %	52,5%
F-Score		0,619	0,468

Source : Résultats de traitement d'images, décembre 2019

La matrice de confusion montre que pour la classe espaces cultivés, NDVI de SPOT minimise les erreurs d'omission (36,1 % contre 67,3 %), alors que la BD OSFAC minimise celles de la commission (28,4 % contre 38,5 %). La proportion de pixels correctement classées est supérieure pour les données NDVI (69,7 % contre 52,5 %). Les erreurs de classification de la classe espace non cultivé sont comprises entre 24 et 27,4 % pour l'approche NDVI et entre 19 et 42,6 % pour l'approche BD OSFACO.

Une seconde phase de validation est basée sur les points de vérité terrain. Les résultats de la classification ont été comparés avec les 85 points GPS en utilisant les mesures de précision pour l'utilisateur et pour le réalisateur (tableau III).

Tableau III : Validation des résultats de classification avec les données de terrain

Approche	Précision utilisateur	Précision réalisateur	F-Score
NDVI	0,695	0,689	0,689
Points GPS	0,689	0,787	0,702

L'analyse du tableau III montre que la valeur de F-Score de NDVI (0,689) est légèrement inférieure à celle de la F-Score des points GPS. Cependant, l'analyse des résultats de Précision pour l'utilisateur et de Précision pour le réalisateur permet d'observer que l'utilisation de NDVI offre des résultats plus stables, avec une Précision utilisateur presque égale à la Précision réalisateur. Ainsi, le domaine cultivé a été bien déterminé à l'aide de NDVI des images SPOT7.

3.2. Principaux systèmes agricoles de la commune de Gogounou

L'ACP a été réalisée sur les variables les plus discriminantes. Les deux premiers axes montrent, la superficie emblavée, les types de culture et la pratique agricole. Une classification est issue de cette technique en distinguant deux classes. Ainsi, une première classe (U1) regroupant les points où se cultive le coton à 95 % a été constituée. Elle est suivie d'une deuxième classe (U2), représentant les points du domaine cultivé est composé de maïs (32 %), de sorgho (29 %) et de mil (25 %). Enfin, la classe U3, celle des cultures mixtes, regroupe l'ensemble des points où se trouvent les champs de coton (20 %), de sorgho (23 %), de maïs (27 %) et de coton (30 %). Chacun des 85 points de terrain, selon le critère de culture majoritaire, a été assigné à une des trois classes.

3.3. Cartographie des agrosystèmes de la commune de Gogounou

La cartographie des agrosystèmes résultante de la méthode utilisée distingue les principales zones d'agriculture (Figure 4).

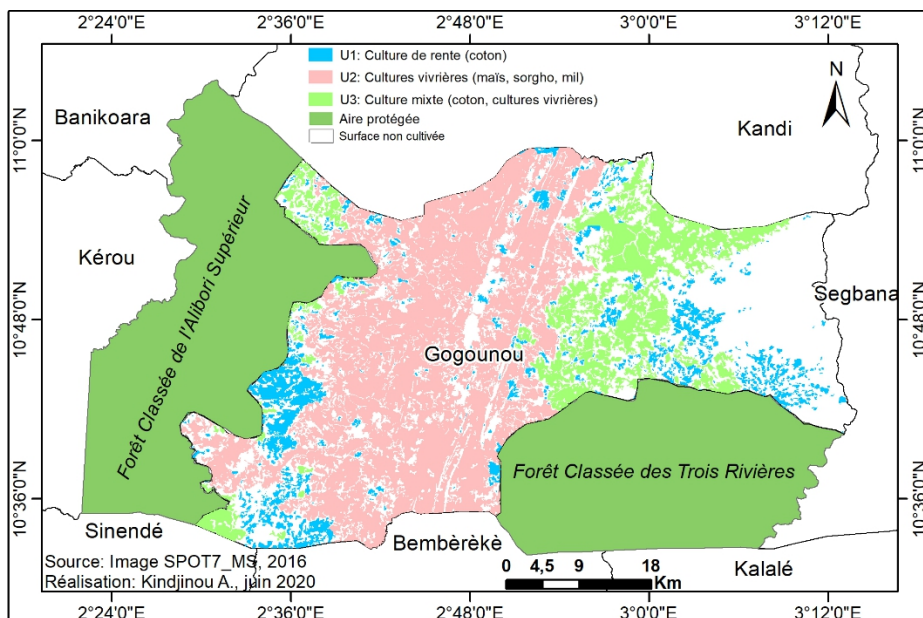


Figure 4 : Cartographie des agrosystèmes de la commune de Gogounou

Trois principales zones agricoles se distinguent :

- le centre de la commune, où la classe U2 prédomine (66 %). En effet, les cultures vivrières notamment le maïs, le sorgho, le riz et le mil y sont cultivées. Dans cette classe, se trouvent des champs de maraîchage avec la présence d'espèces pérennes (planche 1c);
- la classe U1 est répartie sur tout le secteur d'étude et occupe 13 % de la superficie soit 172 km². Dans cette classe se pratique la culture du coton (planche 1d) ;
- le reste du secteur d'étude est occupé par la classe U3 qui représente 21 % de la superficie totale. Les systèmes agricoles sont centrés sur la production de coton (classe U1) associée à des cultures vivrières (classe U2).

La planche 1 est une illustration non exhaustive de différents paysages agricoles rencontrés lors des missions de contrôle terrain.



Planche 1: Illustration de quelques paysages agricoles rencontrés lors des missions de terrain effectuées sur les sites de recherche dans la commune de Gogounou
Prise de vue : Kindjinou, octobre 2019

La planche (1a) présente un champ de maïs (*Zea mays*) dans le village Garagoro. Dans ce champ se trouvent douze pieds de Karité (*Vitellaria paradoxa*), une espèce pérenne dont le beurre obtenu de sa transformation est consommé localement ou exporté pour les cosmétiques. La planche (1b), quant à elle, montre une prise de coordonnées GPS dans un champ de riz (*Oryza sativa*) en début de récolte dans le village Badou. La planche (1c), présente une image montrant un paysan entraîné d'arroser un champ de choux (*Brassica oleracea L.*) à Ouèrè-Sonkérou. La dernière planche (1d) présente la culture du cotonnier après semis précoce (1^{ère} décade de mai) à Sombo-Gasso. La méthode développée a permis de cartographier les principaux agrosystèmes de la commune de Gogounou à partir du NDVI de SPOT 6-7 à 6 m de résolution spatiale et des données secondaires.

Discussion

La cartographie des agrosystèmes de la commune de Gogounou a nécessité dans un premier temps la classification des images SPOT7 pour le calcul du NDVI. Dans un second temps, les données de classification sont

comparées à la base de données OSFACO et les points GPS de terrain. Trois types d'agrosystème ont été identifiés. Il s'agit des agrosystèmes de coton, des agrosystèmes de cultures vivrières (maïs, sorgho, riz et mil) et des agrosystèmes mixtes (coton et cultures vivrières). Les résultats de validation de la cartographie sont de bonne précision (61 %). Cette précision confirme l'hypothèse de départ qui postule qu'un agrosystème se caractérise par des indices spectraux et qu'il est possible de la distinguer à partir des images SPOT 6-7. Ces résultats peuvent être expliqués d'une part, par la fragmentation et l'hétérogénéité des agrosystèmes pour être détectés par SPOT 6-7 ou séparés de la végétation naturelle. Ces deux facteurs ont été confirmés par Edea (2018) et Leroux *et al.*, (2014). D'autre part, les résultats montrent des erreurs de photo-interprétation à partir des images SPOT 6-7. L'approche utilisant la BD OSFACO a permis de mettre en exergue la corrélation entre occupation du sol et indice de télédétection. En effet, dans les travaux de Ray et Neetu, (2017), la texture des images s'est révélée être une dimension plus importante que l'indice spectral (NDVI) pour la distinction des espaces cultivés des espaces non cultivés. Cependant, de nombreuses difficultés continuent de limiter le recours aux données de télédétection dans les opérations d'évaluation des surfaces cultivées, telles que :

- la production agricole sur les parcelles de petites tailles qui nécessite l'utilisation des données de télédétection à haute résolution pour l'identification des cultures ;
- la persistance de la couverture nuageuse pendant la saison des pluies. Les nuages limitent fortement l'intérêt de l'imagerie optique pour les applications agricoles (Eberhardt, 2016) ;
- la diversité des pratiques culturelles et agronomiques ;
- les systèmes de cultures mixtes et associées ;
- les petites surfaces incluant une grande variété de cultures, particulièrement dans le cas du maraîchage.

Conclusion

La méthode utilisée et les missions de terrain dans la commune de Gogounou ont permis de caractériser les agrosystèmes. De l'analyse des résultats, il ressort que les agrosystèmes de la commune de Gogounou sont caractérisés par la culture de maïs, du sorgho, du riz et du mil, le coton et les cultures mixtes. La culture vivrière est la principale activité agricole de la population. La carte des principaux agrosystèmes (cultures de rente, cultures vivrières et cultures mixtes) produite dans cette recherche est importante car elle est une source originale et indépendante d'information pour la commune de Gogounou. Etant donné que les facteurs locaux comme le climat, le sol, le relief, la disponibilité en eau, l'accès aux marchés et aux engrais, influencent les agrosystèmes, la cartographie de ces systèmes peut aider à déterminer les

zones et les populations vulnérables aux risques d'inondation et de sécurité alimentaire. Il est alors essentiel de localiser ces systèmes afin de procéder à une analyse précise de l'état de la sécurité alimentaire face aux besoins de la population.

References :

1. Akponikpe P.B.I., Tovihoudji P., Lokonon B., Kpadonou E., Amegnaglo J., Segnon A. C., Yegbemey R., Hounsou M., Wabi M., Totin E., Fandohan-Bonou A., Dossa E., Ahoyo N., Laourou D., Aho N., 2019 : *Etude de Vulnérabilité aux changements climatiques du Secteur Agriculture au Bénin. "Projet d'Appui Scientifique aux processus de Plans Nationaux d'Adaptation dans les pays francophones les moins avancés d'Afrique subsaharienne"*, Climate Analytics gGmbH, Berlin. 97 p
2. Azontondé H. A., Igué A. M. et Dagbénonbakin G., 2009 : *Carte de fertilité des sols du Bénin par zone agro-écologique du Bénin*. Rapport d'étude. LSSEE/CRA-AGONKANMEY/INRAB, AFRIQUE-ETUDES, 121p.
3. Begue A., Leroux L., Lo Seen D., T. Tonneau J-P et Morant P., 2016 : *Observation spatiale pour l'agriculture en Afrique : potentiels et défis*, Paris cedex. Note Technique, 12, 185.
4. Dedjan Y.S., 2010 : *Changements climatiques et évolution des périodes de semis des principales cultures dans l'Alibori : cas des communes de Malanville et de Banikoara*. Mémoire Economie et Sociologie Rurales : Université de Parakou, 122 p.
5. Eberhardt, I.D.R., 2016: *Cloud Cover Assessment for Operational Crop Monitoring Systems in Tropical Areas* ». Remote Sensing, vol. 8, n o 3, p. 219.
6. Edea O. E, 2018: *Cartographie des systèmes agricoles par télédétection et prédiction des rendements dans les hydro-écorégions du bassin versant de l'Ouémé Supérieur au Bénin*. Thèse de Doctorat Unique. /EDP/FASHS/UAC, 264 p.
February 2016, p.42-48.
7. Gallego, J. , 2017: *La télédétection au service de la conception de bases de sondage* ». In : J. Delincé (dir.), Manuel sur l'application de la télédétection aux statistiques agricoles (chapitre 3). Manuel de la Stratégie mondiale pour l'amélioration des statistiques agricoles et rurales (GSARS) : Rome.
8. Hoffman A. L., Kemanian A. R. et Forest C. E., 2017: *Analysis of climate signals in the crop yield record of sub-Saharan Africa*. *Global Change Biology*, 24(1): pp 143-157.

9. IGN France (Institut Géographique National), 2016 : archives images SPOT, projet OSFACO.
10. INSAE, 2015 : RGPH4 : *que retenir des effectifs de population en 2013 ? Rapport, Direction des Etudes Démographiques*, Cotonou, Bénin, 35p.
11. Kouhondji N., Sintondji L. O., Vissin E. W., Agbahungba G. A., 2016: *Geostatistical analysis*
12. Leroux L., 2015 : *Suivi et Caractérisation des Dynamiques de la Production Agricole en Afrique de l'Ouest par Télédétection à Moyenne Résolution Spatiale*. Thèse de doctorat Paris Tech, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, 285 p.
13. Leroux L., Jovilot A., Bégué A., Lo Seen D. et Zoungrana B., 2014 : *How Reliable is the MODIS Land Cover Product for Crop Mapping Sub-Saharan Agricultural Landscapes? Remote Sens.* 2014, 6, 8541–8564.
14. MAEP (Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche), 2017 : *Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole (PSDSA) 2025 et Plan National d'Investissements Agricoles et de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle (PNIASAN) 2017-2021*. Cotonou, Bénin, 139 p.
15. Mama A., Sinsin B., De Cannière C. & Bogaert J., 2013 : *Anthropisation et dynamique des paysages en zone soudanienne au Nord du Bénin. Tropicultura*, 31: 82-92.
of rainfall variability on the plateau of Allada in South Benin. In Int. Journal of Engineering
16. Ray S. et Neetu, 2017 : *Estimation des surfaces cultivées à partir des données de télédétection* ». In : J. Delincé (dir.), *Manuel sur l'application de la télédétection aux statistiques agricoles* (chapitre 5). *Manuel de la Stratégie mondiale pour l'amélioration des statistiques agricoles et rurales (GSARS)* : Rome, pp 133-163.
17. Research and Applications www.ijera.com ISSN: 2248-9622, Vol. 6, Issue 2, (Part - 4)
18. *Stratégie mondiale pour l'amélioration des statistiques agricoles et rurales (GSARS)*, 2017 : *Manuel sur l'application de la télédétection aux statistiques agricoles. Manuel de la Stratégie mondiale* : Rome, 288 p.
19. Vintrou, E., Soumaré, M., Bernard, S., Bégué, A., Baron, C., Lo Seen, D., 2012 : *Mapping Fragmented Agricultural Systems in the Sudano-Sahelian region using Random Forest and Metrics of Coarse Resolution MODIS Imagery. (Special Issue) Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 30 p.

Représentations sociales de la pollution de l'air intérieur et pratiques sociales des malades d'asthme de la commune de Yopougon (Côte d'Ivoire)

Kouadio Ahou Rosine

Doctorante, Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody, UFR Sciences Médicales Abidjan, Programme Doctoral Interuniversitaire de Santé Publique. Spécialités : Ecosystèmes, santé et développement durable

Tra Fulbert

Enseignant-Chercheur, Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody, UFR Sciences de l'Homme et de la Société, Département de Sociologie

Ouattara Soualiho

Enseignant-Chercheur, Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody, UFR Sciences Médicales Abidjan, Département de Physiologie

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n14p217](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p217)

Submitted: 24 February 2021

Accepted: 02 April 2021

Published: 30 April 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Ahou Rosine K., Fulbert T. & Soualiho O. (2021). *Représentations sociales de la pollution de l'air intérieur et pratiques sociales des malades d'asthme de la commune de Yopougon (Côte d'Ivoire)*. European Scientific Journal, ESJ, 17(14), 217.

<https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p217>

Resume

La pollution de l'air intérieur constitue un problème de santé publique du fait de son impact sur la santé des populations. Cette étude vise à établir le lien entre les représentations que les personnes souffrant d'asthme ont de la pollution de l'air intérieur et les pratiques sociales qu'ils adoptent en conséquence, notamment au sein du ménage. A travers une approche mixte, cette recherche s'est appuyée sur des techniques aussi bien quantitatives que qualitatives fondées sur la méthodologie des représentations sociales. Un questionnaire a été adressé à 200 participants souffrant d'asthme en utilisant des questions relevant du modèle explicatif et des items représentationnels. Ce questionnaire a été réalisé sur la base de l'entretien effectué au préalable avec 31 personnes souffrant d'asthme. Les résultats indiquent que 97,5% des participants souffrant d'asthme incriminent principalement l'inhalation de la

poussière et la fumée qui pénètrent dans leur domicile. Leurs propres pratiques et habitudes au sein du ménage sont peu évoquées.

Mots clés : Représentations sociales, pratiques sociales, pollution de l'air intérieur, asthme, Yopougon

Social Representations of Indoor Air Pollution and Social Practices of Asthma Patients in the Commune of Yopougon (Côte d'Ivoire)

Kouadio Ahou Rosine

Doctorante, Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody, UFR Sciences Médicales Abidjan, Programme Doctoral Interuniversitaire de Santé Publique. Spécialités : Ecosystèmes, santé et développement durable

Tra Fulbert

Enseignant-Chercheur, Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody, UFR Sciences de l'Homme et de la Société, Département de Sociologie

Ouattara Soualiho

Enseignant-Chercheur, Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody, UFR Sciences Médicales Abidjan, Département de Physiologie

Abstract

Owing to its impact on populations' health, indoor air pollution represents a public health issue. This study aims to establish a relationship between the representations that asthma sufferers have of indoor air pollution and the social practices they adopt accordingly, especially within their household. In doing so, this study resorted to a mixed approach including both quantitative and qualitative techniques based on the methodology of social representations. Making use of questions related to the explanatory model and representational items, a questionnaire was administered to 200 asthma patients. This questionnaire was designed on the basis of the interview conducted beforehand with 31 participants. Results suggest that 97.5% of interviewed asthma patients essentially blame inhaling (outdoor) dust and smoke that enter their home. Little is mentioned about their own lifestyle (practices and habits).

Keywords: Social representations, social practices, indoor air pollution, asthma, Yopougon

Introduction

L'asthme est une affection inflammatoire chronique des voies respiratoires. Cette affection se manifeste par des sifflements respiratoires, une dyspnée, une oppression respiratoire et la présence d'une toux sèche persistante. L'asthme évolue le plus souvent par des crises de gravité variable, souvent nocturnes, régressives spontanément ou sous l'effet d'un traitement (Puddu, 2003). Cette maladie est un problème de santé publique et une préoccupation dans la plupart des pays du monde, ne serait-ce que par sa prévalence croissante d'année en année et des coûts de traitement en augmentation. Pour le Global Initiative for Asthma (GINA, 2016), l'asthme constitue une charge de plus en plus importante pour les patients et la société.

Cette maladie est également plus fréquente et moins souvent contrôlée dans les familles à faible niveau socioéconomique (Delmas, C., et al, 2008). Le nombre de personnes souffrant d'asthme dans le monde était estimé à 339 000 000 avec 417 918 décès dus à cette maladie en 2016 (Global Health Estimates, 2018).

En Côte d'Ivoire, les données sur la prévalence de l'asthme sont encore parcellaires. Dans la ville de Bouaké, cette prévalence est de 11,3% chez les adolescents en milieu scolaire (Koné et al, 2018). La ville de Korogho quant à elle enregistre une prévalence de 5,4% chez les adolescents en milieu scolaire (Koné et al, 2018).

Les facteurs de risque intervenant dans le développement de l'asthme sont classifiés en facteurs prédisposant et facteurs environnementaux. Ces derniers sont de plus en plus incriminés dans le déclenchement des crises d'asthme (OMS, 2013; Dallongeville, 2015; Grange, Host et Sommen, 2012; OMS, 2018). Parmi les facteurs liés à l'environnement, la Pollution de l'Air Intérieur (PAI) représente l'un des risques majeurs. La pollution de source ménagère par exemple est responsable de 7,7% de la mortalité mondiale (OMS, 2016).

La pollution de l'air intérieur renvoie à la détérioration progressive de l'air à l'intérieur des habitats. Elle est provoquée par diverses sources dont les allergènes d'animaux domestiques, l'humidité, les matériaux de construction et d'équipement. Aussi, certaines pratiques sociales ou des manières d'effectuer les activités à l'intérieur des logements constituent une menace pour la santé des habitants et plus spécifiquement aggravent l'état de santé de la personne souffrant d'asthme. Ces pratiques concernent les techniques d'aération de la maison, les combustibles utilisés pour la cuisson des repas, les produits d'entretien et de décoration de la maison et bricolage, l'utilisation de bougies et d'encens, etc. Tous ces éléments génèrent des polluants susceptibles de provoquer des crises d'asthme (Liu et al, 2018 ; Blanc et al, 2005 ; Rumchev et al, 2004). Les polluants générés sont entre autres des

Composés Organiques Volatils (COV)¹, des particules fines (PM_{2,5} et PM₁₀), du dioxyde d'azote (NO₂) et du monoxyde de carbone (CO). (Billionnet, 2012; Nicolas, Chiappini et D'Anna, 2013; Lang, 2006; Dallongeville, 2015).

Dans les sous-quartiers Andokoi et Lubafrique à Yopougon, des mesures de PM_{2,5} ont été effectuées dans des ménages selon les combustibles utilisés. Les valeurs trouvées sont entre 1,2 et 7 fois supérieures à la norme journalière recommandée par l'OMS qui est de 25µg/m³ (Kouao et al, 2019). La pollution de l'air intérieur est donc une préoccupation pour les populations dans leur ensemble et singulièrement pour les personnes ayant des problèmes respiratoires. Elle est un sujet de communications collectives et de recherche de solutions.

Il convient, dès lors, de s'intéresser aux représentations sociales des personnes souffrant d'asthme sur cette pollution afin de comprendre leurs pratiques sociales dans le ménage. Les représentations sociales sont une forme de connaissances formant des systèmes d'interprétation régissant notre relation au monde et aux autres. Elles orientent et organisent les conduites et les communications sociales au sein d'une communauté (Jodelet, 1989). Les individus sont guidés dans leur agir par les représentations qu'ils ont d'un objet ou d'un fait social présent dans leur environnement (Garnier et Sauvé, 1999) car, elles sont intrinsèquement liées aux contextes, à leur histoire de vie ainsi qu'à leur culture.

A la recherche du rapport qui peut être établi entre les représentations que les participants souffrant d'asthme se font de la pollution de l'air intérieur et leurs pratiques ou comportement face à cette pollution, la théorie des représentations sociales formulée par Moscovici en 1961 a été choisie pour appréhender ce phénomène. Dès lors, quelles représentations sociales ces malades ont-ils de la pollution de l'air intérieur et quelles pratiques adoptent-ils incidemment dans leur domicile ? De ce fait, la théorie du noyau central est l'approche utilisée dans ce travail.

2. Méthodologie

2.1. Zone et population à l'étude

2.1.1. Zone d'étude

La présente étude s'est déroulée en Côte d'Ivoire, dans la commune de Yopougon. En effet, Yopougon est l'une des treize communes d'Abidjan, la capitale économique du pays. La commune est située dans la zone ouest d'Abidjan, un peu excentrée, elle se trouve entre la forêt du banco et la lagune

¹Une cinquantaine de COV sont communément retrouvés dans l'environnement intérieur. Par définition ils sont volatils à température ambiante (Pauli, de Blay, Krieger et Bessot, 2016). Ils appartiennent à 9 groupes de composés chimiques: alcanes, cycloalcanes et alkènes, hydrocarbures aromatiques ou benzéniques, hydrocarbures halogénés, terpènes, aldéhydes, cétones, alcool, esters.

ébré. Elle s'étend sur une superficie de 153,06 km² avec une population d'environ 2 000 000 d'habitants.

Le choix de la commune de Yopougon se justifie par le fait que la présente recherche s'inscrit dans le cadre du projet de la Chaire écosanté en pollution de l'air intitulée ChairePol. C'est une initiative régionale financée par le Centre de Recherche pour le Développement International (CRDI) qui se déroule dans quatre pays d'Afrique de l'ouest (Côte d'Ivoire, Bénin, Sénégal et Burkina Faso). Ce projet a pour thématique « Pollution Urbaine de l'Air et Maladies Non Transmissibles (MNT) respiratoires ».

En effet, Yopougon abrite la plus grande zone industrielle du pays. Elle est la plus vaste commune d'Abidjan avec un trafic dense et elle abrite un site de fumage de poisson et de viande utilisant les feux domestiques. Ce site de fumage est logé dans le marché du quartier de Niangon nord communément appelé « Lubafrique ». Ces caractéristiques sont susceptibles de générer une pollution de l'air dans la commune. La figure 1 ci-dessous présente les différents quartiers et les centres de santé où l'étude a été effectuée.



Figure1 : Situation géographique de Yopougon et des centres de santé à l'étude

2.1.2. La population à l'étude

L'étude porte sur les personnes souffrant d'asthme. Ces personnes habitant la commune de Yopougon ont été rencontrées dans différents centres de santé de ladite commune. Les centres de santé concernés sont : le CHU de Yopougon, l'Hôpital Général Attié, les formations sanitaires de Wassakara, Toit rouge, Port-bouet 2, Lokoa et la clinique le Grand Centre. Dans ces centres de santé, nous avons pu rencontrer (87) patients avec la collaboration des médecins. Compte tenu de l'absence d'une base de données de personnes souffrant d'asthme et d'une prévalence générale de cette maladie en Côte d'Ivoire et précisément à Yopougon, les techniques d'échantillonnage accidentel et de boule de neige ont été mobilisées.

Avec ces (87) participants souffrant d'asthme obtenus dans les centres de santé, nous avons utilisé la technique de la boule de neige pour atteindre (231) personnes souffrant d'asthme.

2.2. Collecte de données

Il s'agit d'une étude mixte. Elle s'appuie sur des techniques aussi bien quantitatives que qualitatives. Deux-cent-trente-et-un (231) personnes souffrant d'asthme ont répondu à nos appels et nous ont accordé un rendez-vous. Trente et un (31) entretiens en face à face ont été effectués de février à juillet 2018 au domicile des participants souffrant d'asthme. Cet échantillon a été mobilisé sur la base de la disponibilité des enquêtés, la durée de la maladie dans leurs vie (cinq ans au moins), être résidant à Yopougon depuis au moins un an, avoir au moins 18 ans.

Les entretiens étaient orientés sur leurs connaissances de l'asthme, de la pollution de l'air intérieur. C'est sur la base de ces entretiens que le questionnaire de caractérisation a été formulé et adressé aux 200 participants souffrant d'asthme restants.

Chaque questionnaire a duré en moyenne 40 minutes au domicile du patient. Il s'agit d'un questionnaire de caractérisation adapté à l'étude des représentations sociales.

Les thèmes abordées dans ce questionnaire concernent les caractéristiques sociodémographiques (l'âge, le sexe, le niveau d'étude et le statut socioprofessionnel) et la caractérisation de la pollution de l'air intérieur qui consiste à inscrire les chiffres de 1 à 3 dans les cases devant les six items. Le principe du questionnaire de caractérisation est de demander au sujet d'effectuer un travail de classement, de comparaison et de hiérarchisation des divers éléments de la représentation. Le chiffre 3 correspond à deux items les plus caractéristiques de la pollution de l'air intérieur, le chiffre 1 désigne les deux items les moins caractéristiques de la pollution de l'air intérieur et le chiffre 2 est inscrit dans les cases des deux items non choisis.

2.3. Analyse des données

Les entretiens exploratoires² ont fait l'objet d'une analyse de contenu quantitatif qui permet de faire ressortir l'intérêt particulier accordé aux thèmes, aux mots ou aux concepts employés par les enquêtés (Abric, 2005). Les données recueillies par le questionnaire ont fait l'objet d'un dépouillement informatique. A cet effet, nous avons utilisé le logiciel SphinxPlus²V5 qui a conçu le masque de saisie. Le calcul des fréquences s'est fait avec le logiciel Excel.

- **Techniques d'analyse des représentations sociales de la pollution de l'air intérieur**

L'outil utilisé pour le recueil des représentations sociales est le questionnaire de caractérisation. C'est un outil réintroduit dans les études de représentations sociales par Claude Flament afin de vérifier l'hypothèse de l'existence d'une hiérarchisation collective des thèmes d'une enquête. Il permet de faire ressortir les éléments saillants, qui se rapportent à l'objet étudié (Vergés, 2001).

Ce questionnaire comprend une liste d'items dont le nombre est un multiple de 3. Dans notre étude, 6 items étaient proposés aux enquêtés. Le sujet est contraint de choisir, strictement, 2 items les plus caractéristiques, même s'il pense que plus de deux items font partie des plus caractéristiques ou qu'un seul en fait partie.

Il est demandé, en premier, que le sujet choisisse les 2 items les plus caractéristiques de l'objet étudié. Ce choix est contraint : il faut 2 items et non 1 ou 3. Il lui est, par la suite, demandé de choisir dans les 4 items restants les 2 les moins caractéristiques de l'objet étudié. A ce niveau également, le choix est contraint. Chaque item est alors codé de 1 à 3 : code 3 si l'item a été choisi comme caractéristique, code 1 s'il a été choisi comme non caractéristique, et code 2 s'il n'a pas été choisi par l'enquêté (Vergés, 2001).

L'interprétation des données liées aux représentations sociales de la pollution de l'air se fait à l'aide des profils de centralité. Pour chacun des items, trois types de profils sont possibles :

La courbe en « J »

C'est le profil des éléments centraux. Ils sont massivement choisis comme les plus caractéristiques.

² Dans l'étude des représentations sociales, l'analyse des entretiens effectués, servent à la constitution du questionnaire de caractérisation qui représente l'instrument de caractérisation des représentations sociales.

La courbe en A ou en « cloche » (type courbe de Gauss)

Elle correspond aux éléments périphériques dont le statut est d'être « moyennement » important dans la caractérisation de l'objet.

La courbe en « U » ou « J » inversé

Elle témoigne que l'élément considéré donne lieu à des jugements très contrastés de la part de la population. Pour certains, il est très caractéristique, pour d'autres pas du tout. Cette information est essentielle ; ce type de courbe attire l'attention sur la possibilité de l'existence de deux sous-groupes qui s'opposent précisément sur la centralité de cet élément (Abric, 2005).

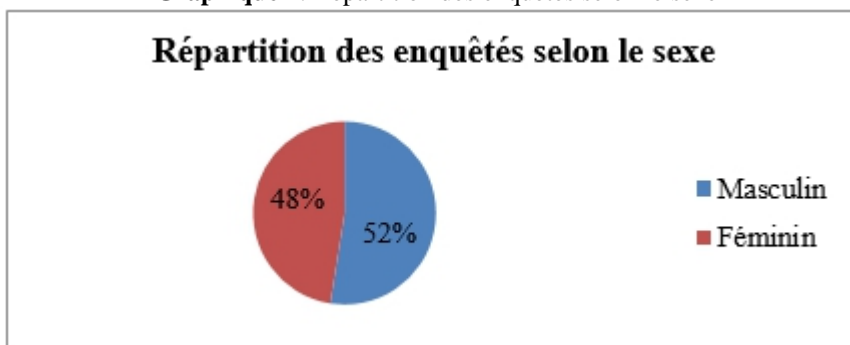
3. Résultats

3.1. Caractéristiques sociodémographiques des participants souffrant d'asthme

Les participants souffrant d'asthme rencontrés sont constitués d'hommes, de femmes et d'enfants.

3.1.1. Sexe des participants souffrant d'asthme

Graphique 1: Répartition des enquêtés selon le sexe



Source : Enquête de terrain, phase de codification, février - juillet 2018

Le graphique présente les enquêtés par sexe. Nous remarquons que le sexe masculin est majoritairement représenté à 52% et les femmes sont représentées à 48%. Le faible écart constaté (4%) entre le taux de malades de sexe masculin et celui de malades de sexe féminin témoigne du fait que la maladie ne s'attaque pas à un sexe particulier mais à l'Homme, d'une manière générale.

3.1.2. Age des participants souffrant d'asthme

Tableau: Répartition des enquêtés selon l'âge

Age	Effectif	Fréquence (%)
Moins de 08	06	3
de 08 à 17	35	17,5
de 18 à 30	35	17,5
de 31 à 49	102	51
de 50 et plus	22	11
TOTAL	200	100

Source : Enquête de terrain, phase de codification, février - juillet 2018

Le tableau ci-dessus présente les classes d'âge des enquêtés. L'âge de cette population à l'étude varie de 3 à 70 ans. La moyenne d'âge est de 32 ans.

Nous remarquons que les enfants sont au nombre de 6 soit 3%, ils ne sont pas en âge de faire l'examen de la spirométrie. Les adolescents, capables de pratiquer l'examen spirométrique représentent 17,5% soit 35 participants souffrant d'asthme. En cumulant les adultes dans les classes d'âge de 18 à 30 ans et de 31 à 49 ans, ils représentent une proportion de 137 personnes souffrant d'asthme soit 68,5% et les personnes âgées (50 ans et plus) sont au nombre de 22 soit 11%.

Rappelons que l'échantillon de cette étude a été constitué par les techniques d'échantillonnage accidentel et de boule de neige. Au vu des résultats présentés, le taux de personnes souffrant d'asthme est faible au bas âge chez les moins de 8 ans, puis évolue progressivement avec l'âge pour atteindre son pic chez les 31 à 49 ans avant de chuter chez les 50 ans et plus.

Le faible taux chez les moins de 8 ans s'explique par le non diagnostic précoce. À titre d'exemple, la spirométrie qui est un examen de diagnostic n'est pas indiquée chez les enfants de moins de 8 ans, car il demande un effort et, par conséquent, une certaine collaboration du patient.

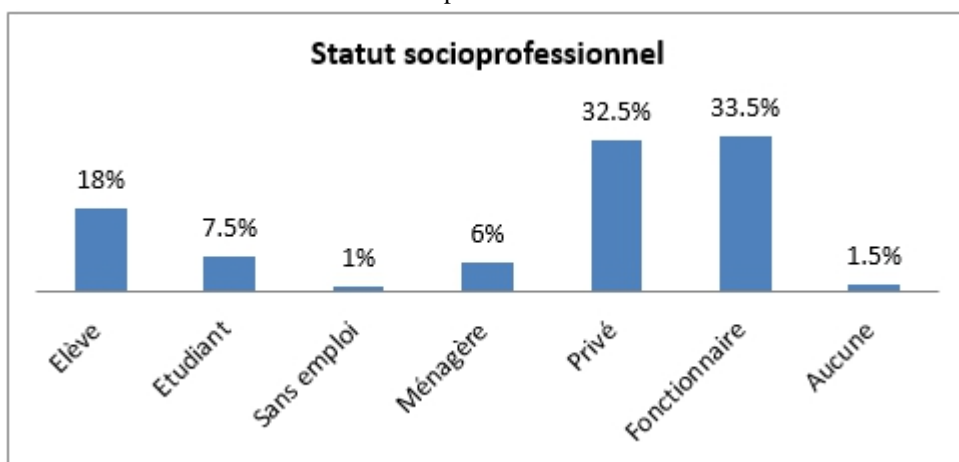
Un autre fait explicatif du faible taux chez les moins de 8 ans est le fait que ceux-ci sont encore aux soins des parents qui font leur possible pour les protéger et les mettre à l'abri des facteurs déclenchants étant donné leur organisme encore fragile.

La croissance du taux avec l'âge jusqu'à 49 ans est la résultante du diagnostic tardif chez ces sujets. Il convient de souligner qu'à cet âge, ces sujets sont plus en activités et donc plus exposés aux facteurs de risques.

La chute du taux chez les 50 ans et plus, quant à elle, s'explique d'une part par la maîtrise ou l'habitude à vivre avec la maladie et d'autre part, par la faible espérance de vie en Côte d'Ivoire qui est de 53,3 ans (WHS, 2016). On peut donc en déduire qu'à cet âge, bon nombre de participants souffrant d'asthme seraient déjà décédés.

3.1.3. Statut socioprofessionnel des enquêtés

Graphique 2 : Répartition des participants souffrant d'asthme selon leur statut socioprofessionnel



Source : Enquête de terrain, phase de codification, février - juillet 2018

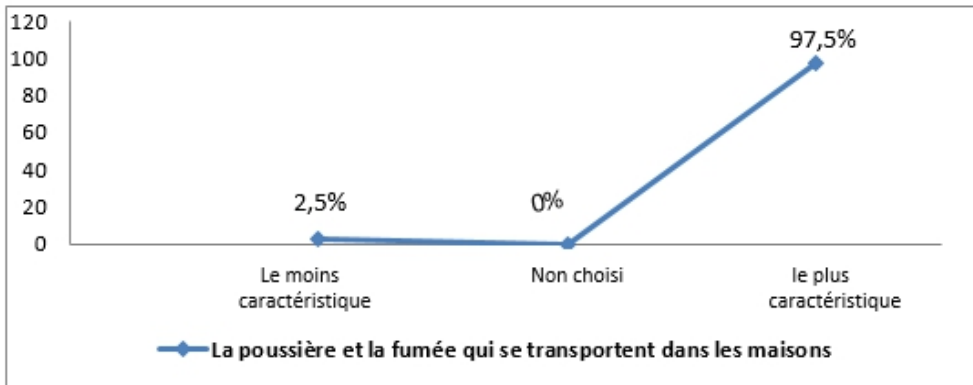
Le graphique 2 nous présente les statuts socioprofessionnels des enquêtés dans cette étude. Ces enquêtés sont majoritairement des fonctionnaires (33,5%), des agents du secteur privé (32,5%) et des élèves (18%). Nous remarquons que toutes les couches socioprofessionnelles sont concernées par cette maladie. Sur les 65 personnes souffrant d'asthme exerçant dans le privé, seulement 21 ont une assurance maladie. Par contre chez les fonctionnaires, parmi les 67 de l'étude, 64 possèdent une assurance maladie. La possession d'une assurance maladie aide la personne souffrant d'asthme à faire ses examens et à se procurer les médicaments prescrits par le médecin. C'est un facteur essentiel dans la prise en charge médicale de la maladie.

3.2. Caractérisation de la pollution de l'air intérieur

Sur la base des descriptions des techniques d'analyse des représentations sociales de la pollution de l'air intérieur, nous procédons à l'étude des profils mis en exergue dans le cadre des représentations sociales de la pollution de l'air intérieur. Nous présentons en premier lieu l'élément central de la représentation pour ensuite aborder les éléments périphériques.

3.2.1. Élément central des représentations sociales de la pollution de l'air intérieur selon le questionnaire de caractérisation

- Statut de l'item « la poussière et la fumée qui se transportent dans les maisons »



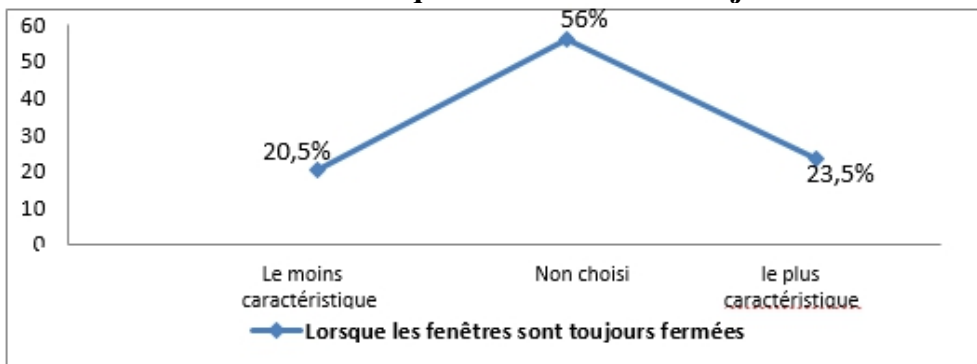
Source : Enquête de terrain, phase de codification, février - juillet 2018

Figure 2 : Profil de « la poussière et la fumée qui se transportent dans les maisons », item central

Le graphique ainsi obtenu, montre que, l'item « la poussière et la fumée qui se transportent dans les maisons » (figure 2) a une forme en « J ». Il est un élément central dans la représentation de la pollution de l'air intérieur par les participants souffrant d'asthme.

3.2.2. Éléments périphériques

- Statut de l'item « Lorsque les fenêtres sont toujours fermées »

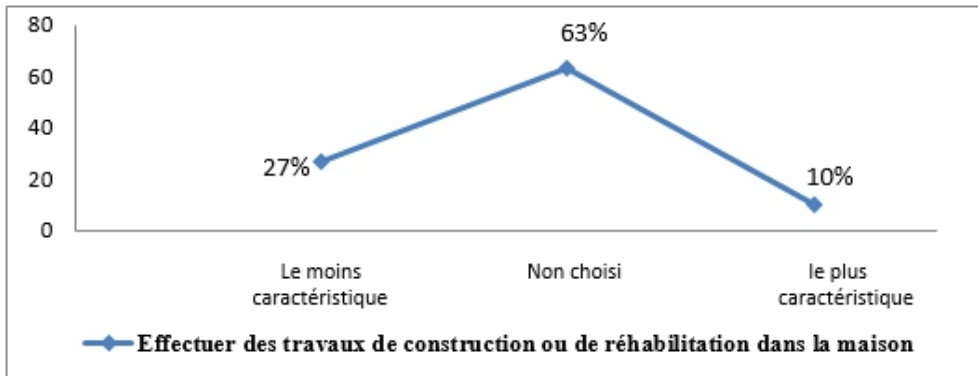


Source : Enquête de terrain, phase de codification, février - juillet 2018

Figure 3 : Profil de « Lorsque les fenêtres sont toujours fermées », item périphérique

Le graphique (figure 3) représentant l'item « Lorsque les fenêtres sont toujours fermées » a une forme en cloche. Il n'est donc pas caractéristique de la pollution de l'air intérieur pour les personnes souffrant d'asthme.

- Statut de l'item « Effectuer des travaux de construction ou de réhabilitation dans la maison »

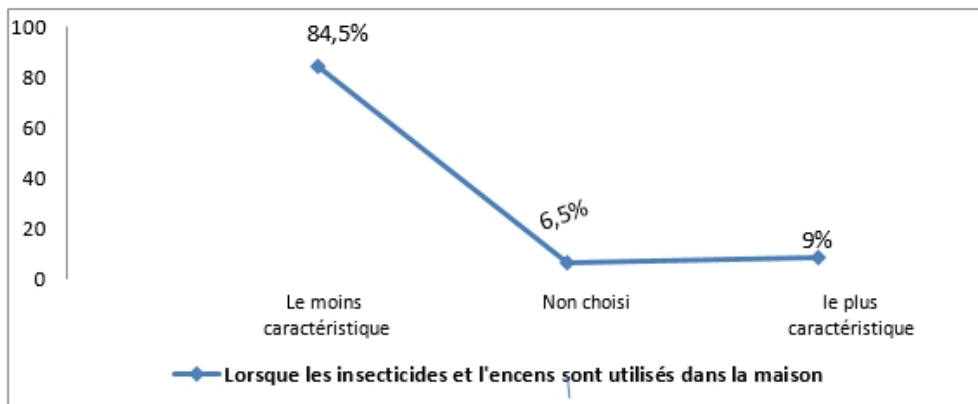


Source : Enquête de terrain, phase de codification, février - juillet 2018

Figure 4 : Profil de « Effectuer des travaux de construction ou de réhabilitation dans la maison », item périphérique

L'item « Effectuer des travaux de construction ou de réhabilitation » (figure 4) appartiendrait à la périphérie ou n'aurait qu'un rapport lointain avec la pollution de l'air intérieur pour les participants souffrant d'asthme. C'est un exemple de profil en « cloche ». Selon leur opinion, cet élément n'influence pas la qualité de l'air.

- Statut de l'item « Lorsque les insecticides et encens sont utilisés à la maison »

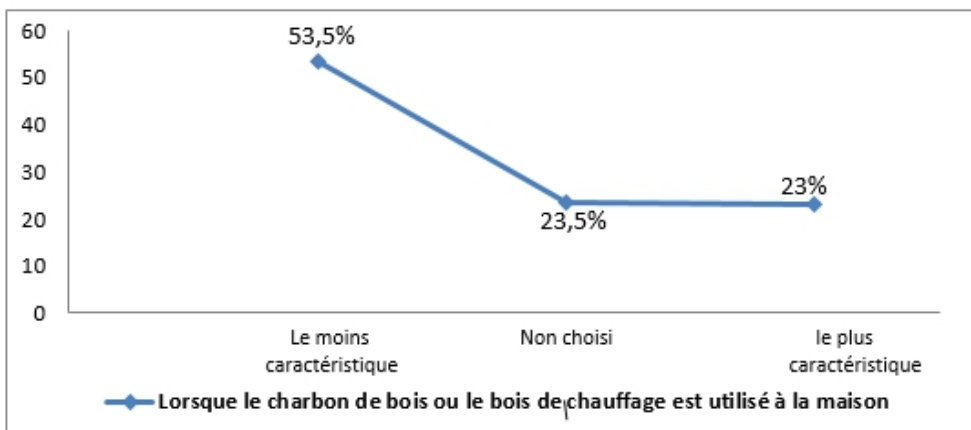


Source : Enquête de terrain, phase de codification, février - juillet 2018

Figure 5: Profil de « Lorsque les insecticides et encens sont utilisés à la maison », item périphérique

La figure 5 présente un profil en « J » inversé pour l'item « Lorsque les insecticides et encens sont utilisés à la maison ». Il s'agit d'un élément qui n'a qu'un rapport lointain avec la pollution de l'air intérieur dans le système représentationnel des personnes souffrant d'asthme.

- **Statut de l'item « L'utilisation du charbon de bois ou le bois de chauffe à la maison »**



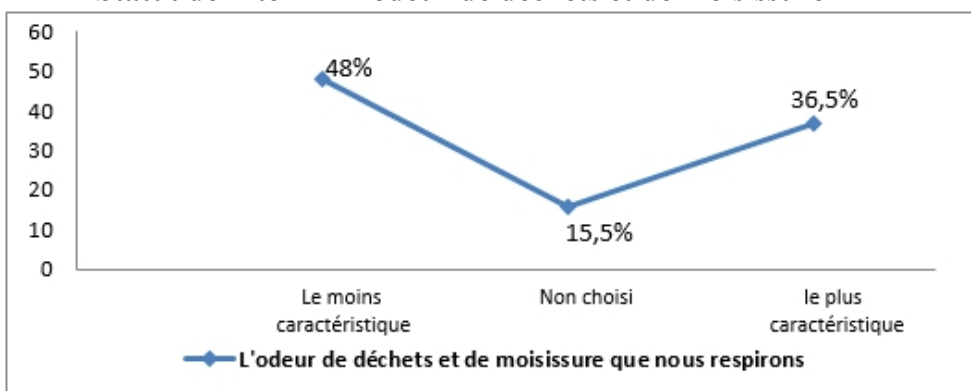
Source : Enquête de terrain, phase de codification, février - juillet 2018

Figure 6 : Profil de « L'utilisation du charbon de bois ou le bois de chauffe à la maison », item périphérique.

L'élément « L'utilisation du charbon de bois ou le bois de chauffe à la maison » représenté à la figure 6 est un élément périphérique du système représentationnel des participants souffrant d'asthme. Pour 53,5%, il est moins caractéristique de la pollution de l'air intérieur.

3.2.3. Elément contrasté

- **Statut de l'item « L'odeur de déchets et de moisissure »**



Source : Enquête de terrain, phase de codification, février - juillet 2018

Figure 7 : Profil de « L'odeur de déchets et de moisissure » item contrasté

L'item « L'odeur de déchets et de moisissure » a obtenu un profil contrasté. Ce qui donne lieu à une division dans le groupe des personnes souffrant d'asthme. Pour 36,5% des sujets, l'odeur de déchet et de moisissure est caractéristique de la pollution de l'air intérieur tandis que, 48% pensent le

contraire. Les 15,5% de « non choisi » sont dus à la contrainte liée au choix forcé requis par le questionnaire de caractérisation qui n'offre probablement pas la possibilité à ces sujets de se positionner plus précisément par rapport à cet élément du fait qu'ils aient opté pour d'autres items qu'ils jugent caractéristiques ou non.

3.3. Les pratiques sociales adoptées par les participants souffrant d'asthme dans la gestion de la maladie

Dans la caractérisation de la pollution de l'air intérieur, 6 items ont été proposés aux participants souffrant d'asthme. Pour la majorité des participants souffrant d'asthme (97,5%), « la poussière et la fumée qui se transportent dans les maisons » est l'élément qui pollue l'air intérieur. La pollution vient du dehors et non du dedans comme nous le percevons dans le discours d'un enquêté : *« la fumée noire des véhicules, les ordures et l'eau sale qui remplissent nos rues c'est ça la pollution ! et c'est ce que nous respirons à la maison »*.

En d'autres termes, les personnes souffrant d'asthme n'établissent pas de lien entre leurs pratiques sociales et la pollution à l'intérieur de leurs maisons. Au nombre de ces pratiques figurent celles qui suivent :

- « garder les fenêtres toujours fermées », « l'utilisation des insecticides et encens dans la maison », « Effectuer des travaux de construction ou de réhabilitation dans la maison » et « l'utilisation du charbon de bois ou bois de chauffe » sont des éléments qui se trouvent être périphériques au système de représentation des enquêtés comme cela se traduit dans les propos des participants souffrant d'asthme: *« les insecticides et le charbon ne sont pas utilisés fréquemment, donc je ne vois pas ça comme polluant ! »* ou *« Je garde mes fenêtres et portes toujours fermées étant donné que la maison est climatisée, cela évite de laisser entrer trop de poussière ou les souris et cafards »*
- L'item « L'odeur de déchets et de moisissure » est un élément contrasté du système représentationnel des personnes souffrant d'asthme. Pour certains (36,5%), il est caractéristique de la pollution de l'air intérieur et pour d'autres (48%) il ne l'est pas. Cet item crée une division au sein de l'ensemble des enquêtés. Il n'est pas choisi par la majorité, ce qui le positionne en second plan après l'élément central. Parmi les 36,5% de participants souffrant d'asthme ayant désigné cet item comme caractéristique, 25,5% sont des femmes.

Discussion des résultats

L'analyse des données recueillies auprès des personnes souffrant d'asthme révèle que la représentation sociale de la pollution de l'air intérieur s'articulerait autour de l'item « la fumée et la poussière qui se transportent dans

les maisons ». Il s'agit d'un facteur externe de pollution de l'air intérieur, un facteur sur lequel les personnes souffrant d'asthme pensent n'avoir que peu d'influence. Cela par l'interpellation ou la sensibilisation de l'entourage sur les gestes éco-citoyens pour préserver la santé.

La caractérisation de la pollution de l'air intérieur par un facteur externe influence les pratiques de prévention de crises chez les personnes souffrant d'asthme du fait qu'ils ne considèrent pas les activités quotidiennes de la maison comme susceptibles de produire des polluants nuisibles à leur santé. Dans leur étude effectuée dans les ménages à Lubafrique et Andokoi dans la commune de Yopougon, Kouao et al. (2019) ont relevé des mesures de particules fines ($PM_{2,5}$) se situant entre 1,2 et 7 fois supérieures à la norme journalière fixée par l'OMS qui est de $25\mu g/m^3$. Ces données proviennent de l'utilisation de la biomasse pour la cuisson des repas, l'insuffisance ou l'inadaptation du système d'aération.

Les personnes souffrant d'asthme convaincues que la pollution vienne du dehors ne prête aucune attention particulière aux pratiques qui ont lieu dans la maison. Ces pratiques ont pourtant un impact sur la qualité de l'air et par ricochet sur la santé. Ce raisonnement des participants souffrant d'asthme sur les facteurs de pollution de l'air intérieur proposés dans le questionnaire de caractérisation fait intervenir le concept de « locus de contrôle ». Il s'agit d'un concept proposé par Julian Rotter en 1954. Ce concept renvoie à la croyance d'une personne sur ce qui détermine sa réussite dans une activité donnée, les événements dans un contexte donné ou, plus généralement ce qui influence le cours de sa vie (Larose et al., 2000).

Le locus de contrôle se définit plus précisément comme « la tendance que les individus ont à considérer que les événements qui les affectent sont le résultat de leur action ou au contraire qu'ils sont le fruit de facteurs externes sur lesquels ils n'ont que peu d'influence par exemple la chance, le hasard, les autres, les institutions ou l'Etat. » (Larose et al., 2000, P.5). Pour les personnes souffrant d'asthme, l'amélioration de la qualité de l'air dans leur domicile ne dépend pas d'eux. Ils ont alors un locus de contrôle externe. Pour eux, ils n'ont que peu d'influence sur ce phénomène notamment dans la sensibilisation de l'entourage sur les gestes éco-citoyens.

Pour Minoustchin et Vera-Navas (2010), l'aération est considérée comme une « habitude routinière » ou une activité domestique « secondaire » insérée dans le cours d'une activité domestique qui est prioritaire pour l'individu (faire le ménage, faire la cuisine, etc.). De ce point de vue, l'aération correspond à un réflexe, une habitude de vie hygiéniste ancrée, et transmise par l'éducation sans que son impact sur la qualité de l'air soit forcément conscientisé. Cette pratique émane plus d'un désir d'être en contact avec de l'air frais que d'une préoccupation sanitaire. D'un autre côté, certains individus déclarent ne pas aérer par crainte de voir leur habitat contaminé par autrui

(l'air provenant du voisinage ou de la rue). Pourtant, l'aération est une action recommandée aux personnes souffrant d'asthme car, elle permet un changement d'air dans la maison. Ce comportement est étroitement en lien avec le rapport que les individus entretiennent avec le chez soi, celui-ci étant perçu comme un lieu de protection, à l'abri de toute pollution (Marchand et al, 2018).

Selon l'OMS, la pollution de source ménagère est responsable de 7,7% de la mortalité mondiale (OMS, 2016). Les populations sont victimes de la pollution de l'air intérieur mais, elles sont aussi acteurs de cette pollution. Il est alors essentiel de les impliquer dans la lutte contre cette pollution. Et cela peut se faire à travers, des campagnes d'information et de sensibilisation qui auront pour but de faire changer positivement les comportements. Dans ce contexte, pour Grange et al. (2012), il est important de prendre en compte les représentations, les perceptions et les attentes de la population étant donné qu'elles apportent un éclairage sur l'acceptabilité des risques et des changements de comportements (collectifs ou individuels). Les représentations sociales sont considérées comme un processus de décodage et une grille de lecture de la réalité. Elles orientent la communication sociale et servent de guide pour l'action, c'est-à-dire pour les pratiques quotidiennes (Abric, 2005).

Conclusion

Cette recherche, réalisée dans la commune de Yopougon, a mis en exergue le lien ou la dépendance entre les pratiques sociales adoptées et les représentations sociales que les participants souffrant d'asthme ont de la pollution de l'air intérieur. Il est ressorti que, dans le système représentationnel de l'ensemble des sujets enquêtés, un item « la poussière et la fumée qui se transportent dans les maisons » est majoritairement choisi (97,5%) et dont le profil est en « J ». Il est l'élément central. Les items « lorsque les fenêtres sont toujours fermées », « Effectuer des travaux de construction ou de réhabilitation dans la maison », « l'utilisation des insecticides et encens dans la maison » et « l'utilisation du charbon de bois ou de bois de chauffe à la maison » sont des éléments périphériques à la représentation. Ils ne sont pas caractéristiques de l'objet pour les personnes souffrant d'asthme enquêtées. L'item, « l'odeur de déchets et de moisissure » présente un profil contrasté, ce qui implique la présence de deux sous-groupes. Pour certains, cet élément est représentatif (36,5%) de l'objet étudié avec une majorité de femmes (25,5%) et pour d'autres ce n'est pas le cas (48%). Les 15,5% de « non choisi » sont dus à la contrainte liée au choix forcé requis par le questionnaire de caractérisation qui n'offre probablement pas la possibilité à ces sujets de se positionner plus précisément par rapport à cet élément du fait qu'ils aient opté pour d'autres items qu'ils jugent caractéristiques ou non.

La poussière et la fumée qui sont caractéristiques de la pollution de l'air intérieur dans le système représentationnel des participants souffrant d'asthme sont des éléments extérieurs. Ils ne sont pas produits dans la maison. Les items ou éléments qui font partie intégrante des activités de la maison ne sont pas incriminés par les personnes souffrant d'asthme car pour eux ces éléments n'influencent pas la qualité de l'air dans leur domicile. De ce point de vue, les pratiques sociales adoptées au sein de la maison sont liées à la manière dont les personnes souffrant d'asthme se représentent la pollution de l'air intérieur. Car, ayant à l'idée que la pollution vient de dehors, ils ne se préoccupent pas de leurs actions dans la maison. Ils ont alors un locus de contrôle dit externe. Pour eux, la qualité de l'air dans leur maison ne dépend pas d'eux mais plutôt d'un facteur externe sur lequel ils n'ont que peu d'influence, seulement l'interpellation ou la sensibilisation de l'entourage ou du voisinage.

Remerciements

Cette étude a été soutenue par la Chaire Ecosanté « Pollution urbaine de l'air, Pollution de l'air intérieur et maladies non transmissibles » (Chaire Pol) ainsi que par le Centre de Recherche en Développement International (CRDI) à travers la subvention N°107347-001.

References :

1. Abric, J.-C., (2005). Introduction. In J.-C. Abric, « Méthodes d'étude des représentations sociales », *ERES*, Hors collection, 7-10. DOI 10.3917/eres.abric.2003.01.0007
2. Billionnet, C., (2012). *Pollution de l'air intérieur et santé respiratoire: prise en compte de la multi-pollution*. Santé publique et épidémiologie. (Thèse de Doctorat). Université Pierre et Marie Curie - Paris VI. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00827664>
3. Blanc, P.D. ; Eisner, M.D. ; Katz, P.P. et al., (2005). « Impact of the home indoor environment on adult asthma and rhinitis ». *J Occup Environ Med*;47(4) : 362-72. Doi : 10.1097/01.jom.0000158708.32491.9d.
4. Dallongeville, A., (2015). *Exposition cumulée aux contaminants de l'air intérieur susceptibles d'induire des affections respiratoires chroniques de l'enfant*. (Thèse de Doctorat) Rennes 1. <http://www.theses.fr/2015REN1B013>
5. Delmas, M.C.; Leynaert, B.; Com Ruelle, L.; Annesi Maesano, I.; Fuhrman, C., (2008). *Asthme: prévalence et impact sur la vie quotidienne- Analyse des données de l'enquête décennale santé 2003 de l'Insee*. Institut de veille sanitaire. France

6. Garnier, C. et Sauvé, L., (1999). « Apport de la théorie des représentations sociales à l'éducation relative à l'environnement— Conditions pour un design de recherche ». *Education relative à l'environnement: regards-recherches-réflexions, 1*, 65-77. Repéré à :<http://www.europhd.net/bibliographic-item/apport-de-la-th%C3%A9orie-des-repr%C3%A9sentations-sociales-%C3%A0-l%C3%A9ducation-relative-%C3%A0>
7. GINA. (2016). *Guide de poche destiné aux professionnels de santé, Révisé en 2016*. Repéré à <https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2016/09/WMS-French-Pocket-Guide-GINA-2016.pdf>
8. GINA. (2019). *Guide de poche destiné aux professionnels de santé, Révisé en 2019*. Repéré à : <https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2019/09/GINA-2019-main-Pocket-Guide-French-wms.pdf>
9. Glatron, S.; Waldvogel, C., (2007). « Représentations de la pollution de l'air intérieur/extérieur : résultats préliminaires d'une étude cas/témoins dans la Communauté Urbaine de Strasbourg ». *Researchgate*. Repéré à : www.researchgate.net/publication/281048231.
10. Global Health Estimates 2016. (2018). *Deaths by Cause, Age, Sex, by Country and by Region, 2000-2016*. Geneva, World Health Organization.
11. Grange D. ; Sommen C. ; Host S., (2012). *Les perceptions de la pollution de l'air intérieur en Île-de-France*. Rapport Observatoire Régional de Santé. Île-de-France. https://www.ors-idf.org/fileadmin/DataStorageKit/ORS/Etudes/Etude_1585/Air_Interieur_Web_1_.pdf
12. Jodelet, D., (1989). Extrait de: *Les représentations sociales* (1^{ère} édition). Paris, PUF
13. Koné, A. ; Koffi, M.O.B. ; Djegbeton, E. ; Ahui, B.J.M. ; Brou-Gode, V.C. ; Ngom, A.; Horo, K. ; Kouassi, B.A. ; Koffi, N. ; Aka-Danguy, E., (2019). « Epidémiologie de l'asthme de l'adolescent en milieu scolaire de la ville de Bouaké ». *Revue des maladies respiratoires*. <https://doi.org/10.1016/j.rmr.2018.10.111>
14. Koné, A. ; Koffi, M.O.B. ; Horo, K. ; Djegbeton, E. ; Ahui, B.J.M. ; Brou-Gode, V.C. ; Ngom, A.; Kouassi, B.A. ; Koffi, N. ; Aka-Danguy, E., (2018). « Epidémiologie de l'asthme de l'adolescent en milieu scolaire de la ville de Korhogo ». *Revue des maladies respiratoires*. <https://doi.org/10.1016/j.rmr.2018.10.179>
15. Kouao, A.K.R.; N'datchoh, E.T.; Yoboue, V.; Silue, S.; Attoh, H.; Coulibaly, M.; Robins, T., (2019). « Exposure to indoor and outdoor

- air pollution among children under five years old in urban area ». *Global J. Environ. Sci. Manage.*, 5(2): *-.DOI: 10.22034/gjesm.2019.02.00*url: <http://gjesm.net/>***
16. Lang, K. (2006). *Indoor Air Pollution (Pollution de l'air intérieur), Etat de connaissances et situation au Sénégal. PERACOD / FASEN*, Rapport de fin de stage.
 17. Larose, F., Terrisse, B., Grenon, V., (2000). « L'évaluation des facteurs de risque et de protection chez les enfants de maternelle et du premier cycle de l'enseignement primaire: l'échelle des compétences éducatives parentales ». *Researchgate*. Repéré à : https://www.researchgate.net/publication/288844859_Evaluation_des_facteurs_de_risque_et_de_protection_chez_les_enfants_de_materne_lle_et_du_premier_cycle_de_lenseignement_primaire_L'Echelle_des_Compences_Educatives_Parentales_ECEP
 18. Liu, Q. ; Wang, W. et Jing, W., (2018). « Indoor air pollution aggravates asthma in Chinese children and induces the changes in serum level of miR-155 », *International Journal of Environmental Health Research*, 29(1), 22-30. DOI: 10.1080/09603123.2018.1506569
 19. Marchand, D. ; Bonnefoy B. ; Durand F. ; Zhouri B. ; Heimer A. ; et Robert J., (2018). *Etude des représentations sociales de la qualité de l'air intérieur et évolution des comportements – Projet NUDG'AIR*. Rapport. Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie.
 20. Minoustchin, M.; et Vera-Navas, G. (2010). « Représentations et comportements de gestion de la qualité de l'air intérieur dans les logements ». *Pollution atmosphérique*[En ligne], N° 206, mis à jour le : 07/09/2015. <http://odel.irevues.inist.fr/pollution-atmospherique/index.php?id=678>
 21. Moscovisci, S., (1961). *La Psychanalyse, son image et son public*, [archive], (édition refondue, 1976). Presse Université de France.
 22. N'Da, P., (2002). *Méthodologie de la recherche : de la problématique à la discussion des résultats*, Abidjan, EDUCI.
 23. Nicolas, M. ; Chiappini, L., et D'Anna, B., (2013). *Activités domestiques et qualité de l'air intérieur: émissions, réactivité et produits secondaires*. Rapport. Programme de recherche interorganisme pour une meilleure qualité de l'air, France
 24. OMS. (2018). *Plus de 90% des enfants dans le monde respirent chaque jour un air pollué*. Communiqué de presse, Genève. <https://www.who.int/fr>,

25. OMS. (2016). *Preventing disease through healthy environments A global assessment of the burden of disease from environmental risks*. Organisation Mondiale de la Santé. Genève. <http://www.who.int/indoorair/>
26. OMS. (2013). *L'Asthme*. Organisation Mondiale de la Santé. Genève. <https://www.who.int/topics/asthma/fr/>
27. Puddu, M. ; Bayingana, K., et Tafforeau, J., (2003). *L'Asthme et la Pollution de l'air*. Rapport. Bruxelles (Belgique). Repéré à <http://infoairinterieur.fr/wp-content/uploads/2016/01/169.pdf>
28. Rumchev, K. ; Spickett, J. ; Bulsara, M. et al., (2004). « Association of domestic exposure to volatile organic compounds with asthma in young children ». *Thorax*;59(9):746-51.
29. Vergès, P., (2001). L'analyse des représentations sociales par questionnaires. *Revue française de sociologie*. 42(3), 537-561. Repéré à : https://www.persee.fr/doc/rfsoc_0035-2969_2001_num_42_3_5373

Prise en Charge de la Grossesse Extra-Utérine en Situation d'Urgence : Expérience d'un Hôpital Confessionnel en Zone Rurale au Togo

Biréga Koutora

Service de Chirurgie,
Hôpital de l'Ordre de Malte d'Elavagnon, Togo

Kodjo Abossisso Sakiye

Service des Urgences Chirurgicales,
CHU Sylvanus Olympio-Lomé, Togo

Déladem Yaovi Guinhouya

Service de Gynécologie-Obstétrique,
CHU Sylvanus Olympio-Lomé, Togo

Mibirim Agbogawo

Clinique Médico-Chirurgicale (Pavillon Militaire),
CHU Sylvanus Olympio-Lomé, Togo

Kokou Kouliwa Kanassoua

Département de Chirurgie et Spécialités chirurgicales,
Facultés des Sciences de la Santé, Université de Lomé, Togo

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n14p237](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p237)

Submitted: 08 February 2021

Accepted: 31 March 2021

Published: 30 April 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Koutora B., Sakiye K.A., Guinhouya D.Y., Agbogawo M. & Kanassoua K.K. (2021). *Prise en Charge de la Grossesse Extra-Utérine en Situation d'Urgence : Expérience d'un Hôpital Confessionnel en Zone Rurale au Togo*. European Scientific Journal, ESJ, 17(14), 237.

<https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p237>

Resume

Introduction : La grossesse extra-utérine (GEU) est responsable d'une mortalité évitable. Le but de cette étude est de décrire la démarche diagnostique et thérapeutique de cette affection en zone rurale. **Méthodologie :** Il s'est agi d'une étude transversale descriptive menée à l'Hôpital de l'Ordre de Malte d'Elavagnon, et incluant les patientes prises en charge pour GEU du 1^{er} Décembre 2019 au 31 Décembre 2020. **Résultats :** Vingt-et-huit cas ont été enregistrés avec un âge moyen de $27,7 \pm 5,4$ ans. Il

s'agissait d'une GEU rompue dans tous les cas. Le diagnostic était essentiellement basé sur la clinique et le test de grossesse. Le traitement était chirurgical radical dans tous les cas. Le produit sanguin le plus utilisé était le sang total. Le pronostic était bon dans tous les cas. **Conclusion** : Le diagnostic de la GEU est essentiellement clinique et le traitement chirurgical en zone rurale.

Mots clés : Grossesse extra-utérine, Diagnostic, Traitement, Zone rurale

Care for Ectopic Pregnancy in Emergency Situation : Experience of a Confessional Hospital in Rural Zone in Togo

Biréga Koutora

Service de Chirurgie,
Hôpital de l'Ordre de Malte d'Elavagnon, Togo

Kodjo Abossisso Sakiye

Service des Urgences Chirurgicales,
CHU Sylvanus Olympio-Lomé, Togo

Déladem Yaovi Guinhouya

Service de Gynécologie-Obstétrique,
CHU Sylvanus Olympio-Lomé, Togo

Mibirim Agbogawo

Clinique Médico-Chirurgicale (Pavillon Militaire),
CHU Sylvanus Olympio-Lomé, Togo

Kokou Kouliwa Kanassoua

Département de Chirurgie et Spécialités chirurgicales,
Facultés des Sciences de la Santé, Université de Lomé, Togo

Abstract

Introduction : Ectopic pregnancy (EP) is responsible for preventable mortality. The aim of this study is to describe the diagnostic and therapeutic approach of this disease in rural zone. **Methodology** : Transversal study including patients treated for EP at Elavagnon « Ordre de Malte » Hospital, from 1st December 2019 to 31st December 2020. **Results** : Twenty-eight cases were registered with an average age of 27.7 ± 5.4 years old. The EP was ruptured in all cases. The diagnosis was mainly based on clinic and the pregnancy test. The treatment was radical surgery in all cases. The most used blood product was whole blood. The prognosis was good in all cases. **Conclusion** : EP diagnosis is mainly clinic and the treatment surgical in rural zone.

Keywords: Ectopic pregnancy, Diagnosis, Treatment, Rural zone

Introduction

La grossesse extra-utérine (GEU) encore appelée grossesse ectopique est l'implantation et le développement de l'œuf fécondé en dehors de la cavité utérine. Son incidence est estimée à 1 à 3% des grossesses. Elle peut mettre en jeu le pronostic vital par le biais d'une rupture entraînant un hémopéritoine avec instabilité hémodynamique voire le décès par choc hypovolémique ; constituant à ce titre une urgence thérapeutique (Courbiere, 2009 ; Dohbit, 2010 ; Panelli, 2015). La GEU est responsable de 10% de mortalité maternelle au premier trimestre de la grossesse (Kamga, 2017). La démarche diagnostique repose sur l'évaluation des facteurs de risque et le trépied clinique, biologique et échographique (Dessolle, 2002 ; Courbiere, 2009). L'arsenal thérapeutique a été enrichi du traitement médical et de l'abstention thérapeutique, qui, dans des indications spécifiques, sont des alternatives au traitement chirurgical. Ce dernier reste souvent la seule option thérapeutique dans les pays en développement où les patientes sont souvent reçues en situation d'urgence avec menace vitale. La coelioscopie s'est imposée comme la technique de référence pour la chirurgie de la grossesse tubaire ne laissant que peu de place à la laparotomie (Dessolle, 2002 ; Panelli, 2015). Cependant, son indisponibilité en Afrique rurale fait de la laparotomie, l'unique voie d'abord chirurgical. Cette étude a été initiée dans le but de décrire la démarche diagnostique et thérapeutique de la GEU en situation d'urgence dans un centre hospitalier confessionnel situé en zone rurale au Togo.

Méthodologie

Il s'est agi d'une étude transversale descriptive, menée à l'Hôpital de l'Ordre de Malte d'Elavagnon, du 1^{er} Décembre 2019 au 31 Décembre 2020 (13 mois). Ont été incluses, les patientes prises en charge dans ledit hôpital pour GEU. Le diagnostic était posé sur la base : de la clinique (douleurs pelviennes ou abdomino-pelviennes, métrorragies, et contexte de retard menstruel ou d'aménorrhée franche ; avec col utérin fermé et cri de Douglas) ; d'un test de grossesse positif (dosage qualitatif de β HCG) ; et de la culdocentèse. Le retentissement sur l'état hémodynamique était précisé. Une échographie pelvienne était réalisée au besoin. Le traitement consistait en une stabilisation de l'état hémodynamique par colloïdes et produits sanguins ; et un traitement chirurgical en urgence par laparotomie par abord de Pfannestiel. Les patientes sortaient de l'hôpital sous anti-anémique (Fer – Acide folique) et méthode contraceptive ; et étaient suivies en contrôles.

Les paramètres étudiés étaient : l'âge, la profession, les aspects diagnostiques et thérapeutiques, et le pronostic. Le traitement des données a été fait à partir du tableur Excel 2019. Les images ont été traitées sur le logiciel Paint.

Résultats

Aspects épidémiologiques

Durant la période d'étude, 28 patientes ont été prises en charge pour GEU. Il s'agissait d'une GEU rompue dans tous les cas. L'âge moyen des patientes était de $27,7 \pm 5,4$ ans avec des extrêmes de 16 ans et 38 ans. Les patientes étaient majoritairement agricultrices (42,8%). Les paramètres épidémiologiques sont récapitulés dans le tableau I.

Tableau I : Récapitulatif épidémiologique

		Effectif	%
Tranche d'âge	< 25	7	25,0
	[25 - 35[17	60,7
	≥ 35	4	14,3
Profession	Agricultrices	12	42,8
	Coiffeuses	8	28,6
	Couturières	6	21,4
	Accoucheuse	1	3,6
	Elève	1	3,6

Aspects diagnostiques

La triade clinique associant douleurs pelviennes ou abdomino-pelviennes, métrorragies, et aménorrhée était présente dans 21 cas (75%). Les métrorragies étaient absentes chez 7 patientes (25%). On avait une syncope dans 3 cas (10,7%). Vingt-et-six patientes (92,9%) étaient en état de choc hypovolémique à l'admission ; et 2 (7,1%) en pré-choc. La culdocentèse était positive dans 23 cas (82,1%). L'échographie était réalisée chez 7 patientes (25%).

Aspects thérapeutiques

Pour la stabilisation de l'état hémodynamique, toutes les patientes avaient reçu un colloïde (Gélofusine ou Plasmion). La transfusion de produits sanguins était faite chez 19 patientes (67,8%). Il s'agissait du sang total dans 17 cas (60,7%), et du Concentré de Globules Rouges dans 2 cas (7,1%). Le traitement chirurgical était réalisé en urgence. Il avait consisté en une laparotomie par abord de Pfannestiel dans tous les cas. A l'exploratoire chirurgicale, la grossesse tubaire était la plus retrouvée (24 cas / 85,7%). La grossesse tubaire était ampullaire dans 23 cas et isthmique dans un cas. On avait 2 cas (7,1%) de grossesse cornuale, un cas de grossesse ovarienne (3,6%), et un cas de grossesse abdominale (3,6%). Les figures 1, 2, 3, et 4 sont des exemples d'images de GEU respectivement tubaire, cornuale, ovarienne, et abdominale retrouvées dans cette série. Le geste chirurgical effectué était fonction des constatations per-opératoires. La salpingectomie simple était le

geste le plus réalisé (57,1%). Le tableau 2 récapitule les gestes réalisés en fonction des lésions.

Tableau II : Récapitulatif des gestes réalisés en fonction des lésions

	Effectif	Gestes réalisés	Effectif
GEU tubaire	24	Salpingectomie	16
		Annexectomie	6
		Salpingectomie + Résection cornuale	1
		Annexectomie + Résection épiploïque	1
GEU cornuale	2	Salpingectomie + Résection cornuale	2
GEU ovarienne	1	Annexectomie + Résection épiploïque	1
GEU abdominale	1	Annexectomie + Résection – Anastomose du grêle + Appendicectomie	1

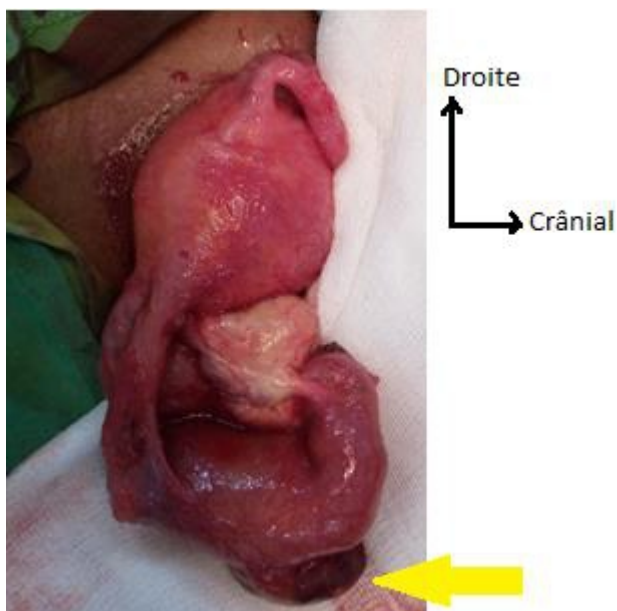


Figure 1 : GEU tubaire gauche (flèche)



Figure 2 : GEU cornuale droite (flèche)

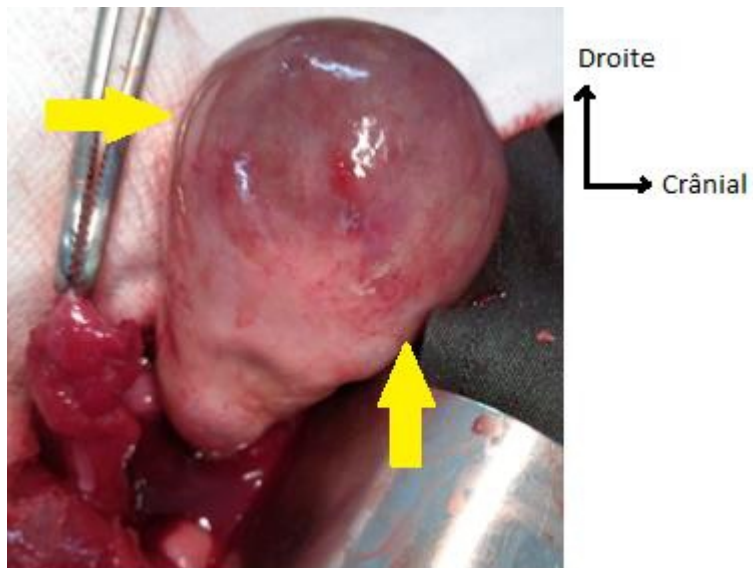


Figure 3 : GEU ovarienne droite (flèches)

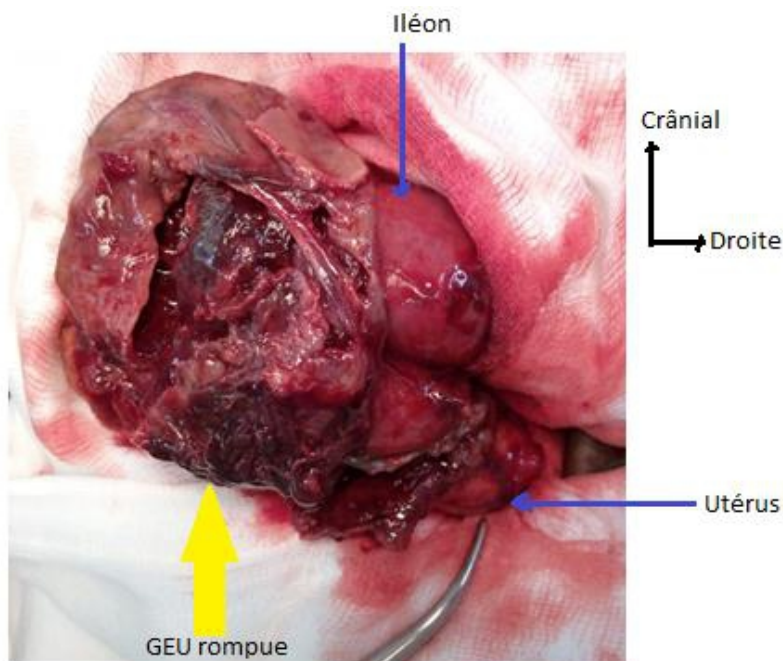


Figure 4 : GEU abdominale

Aspects évolutifs

Les suites opératoires étaient simples dans 27 cas (96,4%). On avait un cas (3,6%) d'infection du site opératoire. Il s'agissait d'une infection superficielle dont l'évolution était bonne sous les soins locaux. Le pronostic vital était bon dans tous les cas.

Discussion

La GEU est une urgence responsable d'une mortalité évitable de la femme jeune. Les progrès et la disponibilité des dosages hormonaux et l'échographie ont conduit à un dépistage plus précoce de cette pathologie avant la survenue des complications (Dessolle, 2002 ; Panelli, 2015). Dans cette série, la GEU était rompue dans tous les cas. Les difficultés d'accès aux soins de santé, les conditions de vie des populations mais aussi leur ignorance, pourraient expliquer le fait que la rupture de la GEU constitue souvent sa circonstance de découverte en Afrique rurale. L'âge moyen des patientes était de 27,7 ans avec une prédominance pour la tranche d'âge de 25 à 35 ans. Il s'agit en effet de la période de pleine activité sexuelle de la femme (Dohbit, 2010).

Sur le plan diagnostique, malgré la triade clinique caractéristique associant douleurs pelviennes, métrorragies et aménorrhées, il existe une variabilité symptomatique d'une patiente à l'autre (Kenfack, 2012 ; Kamga, 2017). Dans cette étude, la triade clinique était présente dans 75% des cas. On

avait 3 cas de syncope. Toutes les patientes avaient un retentissement hémodynamique. Ainsi, toute manifestation clinique en rapport avec l'hémodynamie devrait faire penser à une GEU chez une femme sexuellement active. La culdocentèse était réalisée chez toutes les patientes de cette série. Ce geste simple, même s'il est supplanté par l'échographie est d'intérêt capital pour le diagnostic de la GEU rompue, permettant de faire économie du coût de l'échographie surtout chez les patientes en difficultés financières. Néanmoins, l'échographie est nécessaire afin de ne pas méconnaître l'association d'une GEU et d'une grossesse intra-utérine réalisant une grossesse hétérotopique. Selon la topographie, la GEU tubaire était la plus fréquente dans cette série concordant avec les données de la littérature. La grossesse ovarienne et la grossesse abdominale n'étaient retrouvées que dans un cas chacune. Il s'agit en effet de situations rares (Dohbit, 2010 ; Ranaivoson, 2016 ; Guennoun, 2017 ; Sarr, 2018).

Le traitement de la GEU repose sur un arsenal thérapeutique enrichi de nos jours par le traitement médical et l'abstention thérapeutique. Il se pose souvent le problème de choix du traitement lorsque le diagnostic de la GEU est fait précocement avant la survenue des complications. On estime que près du tiers des GEU pourraient bénéficier soit d'un traitement médical, soit d'une abstention thérapeutique (Chapron, 2000 ; Dessolle, 2002). Cependant la GEU rompue impose souvent un traitement chirurgical. La stabilisation de l'état hémodynamique est faite à base de colloïdes, cristalloïdes, et produits sanguins. Le produit sanguin le plus utilisé dans cette série était le sang total. L'indisponibilité fréquente des produits sanguins dans ce milieu explique le recours au sang total grâce aux donneurs de sang prélevés sur place.

La GEU est responsable de près de 10% de mortalité maternelle au premier trimestre de la grossesse (Dessolle, 2002 ; Kamga, 2017). Dans cette série, la mortalité de la GEU était nulle, ceci du fait de la rapidité de la prise en charge grâce aux facilités offertes par l'hôpital notamment le système de paiement différé et l'assistance sociale aux malades.

Conclusion

La GEU est une urgence responsable d'une mortalité qui peut être évitée par une prise en charge rapide et adéquate. Son diagnostic repose essentiellement sur la clinique et le test de grossesse en zone rurale où la rupture constitue sa circonstance de découverte ; et où l'accès aux soins est difficile. La présence des hôpitaux confessionnels en milieu rural à l'instar de l'Hôpital de l'Ordre de Malte d'Elavagnon est un atout pour les populations. L'assistance sociale aux malades et le système de paiement différé dans cette structure sanitaire permettent une meilleure gestion des urgences améliorant ainsi le pronostic vital.

Conflit d'intérêt : aucun

References :

1. Chapron, C., Fernandez, H., & Dubuisson, JB. (2000). Traitement de la grossesse extra-utérine en l'an 2000. *J Gynécol Obstét Biol Reprod* ; 29 : 351-61
2. Courbiere, R., & Carcopino, X. (2009). *Gynécologie Obstétrique*, Ed Vernazobres-Grego
3. Dessolle, L., Detchev, R., & Daraï, R. (2002). Chirurgie de la grossesse extra-utérine. *Encycl Méd Chir, Techniques chirurgicales – Gynécologie* ; 41-530, 11p
4. Dohbit, JS., Foumane, P., Kaptche, MD., Mboudou, ET., Doumbe, M., & Doh, AS. (2010). Grossesse extra-utérine à l'Hôpital Régional de Bafoussam : Aspects épidémiologiques, cliniques et thérapeutiques. *Clin Mother Child Health* ; 7(1) : 1189-93
5. Guennoun, A., Mamouni, N., Errarhay, S., Bouchikhi, C., & Banani, A. (2017). La grossesse hétérotopique spontanée : à propos de deux cas. *Pan Afr Med J* ; 28 : 306 doi :10.11604/pamj.2017.28.306.13696
6. Kanga, DVT., Nana, NP., Fouelifack, FY., & Fouedjio, JH. (2017). Contribution des avortements et des grossesses extra-utérines dans la mortalité maternelle dans trois hôpitaux universitaires de Yaoundé. *Pan Afr Med J* ; 27 : 248 doi :10.11604/pamj.2017.27.248.12942
7. Kenfack, B., Noubom, M., Bongoe, A., Tsatedem, FA., Ngonon, M., Tsague GN., & Mboudou, E. (2012). La grossesse extra-utérine dans une région semi-rurale en Afrique : Aspects épidémiologiques, cliniques et thérapeutiques à propos d'une série de 74 cas traités à l'Hôpital de District de Sangnelima au Sud-Cameroun. *Pan Afr Med J* ; 13 : 71
8. Panelli, DM., Phillips, CH., & Brady, PC. (2015). Incidence, diagnosis and management of tubal and nontubal ectopic pregnancies : a review. *Fertility Research and Practice* ; 1 : 15 doi :10.1186/s40738-015-0008-z
9. Sarr, ISS., Faye, M., Faye, PM., Seck, M., Ka, O., & Dieng, M. (2018). Occlusion intestinale aiguë révélant une grossesse abdominale : à propos d'un cas. *Pan Afr Med J* ; 31 : 155 doi :10.11604/pamj.2018.31.155.17187
10. Ranaivoson, HVR., Ranaivomanana, VF., Nomenjanahary, L., Andriamampionona, TF., & Randrianjafisamindrakotroka, NS. (2016). Grossesse ovarienne : à propos de 3 cas et une revue de la littérature. *Pan Afr Med J* ; 25 : 128 doi :10.11604/pamj.2016.25.128.10834

Effet de la fertilisation organique des étangs à partir des fientes de poulets sur la survie et la croissance des alevins de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

Amon Yao Nicolas

Université Peleforo GON COULIBALY, UFR-Sciences biologiques,
Département de Biologie Animale, Korhogo, Côte d'Ivoire

Coulibaly André

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

Kouakou N'Gouan Akpolët

Université Peleforo GON COULIBALY, UFR-Sciences biologiques,
Département de Biologie Animale, Korhogo, Côte d'Ivoire

Yao Kouakou

Université NANGUI ABROGOUA, UFR-SN, Laboratoire de Biologie et
Cytologie Animales, Abidjan, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n14p246](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p246)

Submitted: 08 February 2021

Accepted: 31 March 2021

Published: 30 April 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Nicolas A.Y., André C., Akpolët K.N. & Kouakou Y. (2021). *Effet de la fertilisation organique des étangs à partir des fientes de poulets sur la survie et la croissance des alevins de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)*. European Scientific Journal, ESJ, 17(14), 246. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p246>

Resume

Pour apprécier l'efficacité de l'engrais organique dans la production piscicole, une étude a été réalisée sur l'effet des fientes de poulets sur la survie et la croissance des alevins de *Oreochromis niloticus* en phase de prégrossissement en étang. Pour ce faire, 24000 alevins de cette espèce de poids moyens compris entre $3,93 \pm 0,62$ g et $3,97 \pm 0,31$ g ont été sélectionnés et répartis équitablement dans six (6) étangs de 200 m² à la densité de 20 alevins/m². Trois étangs ont reçu une application de fientes de poulet à la dose 10 kg/m²/mois tandis que les trois autres, pris comme témoins, n'ont pas été fertilisés. Les alevins ont été nourris trois fois par jour à l'aide d'un aliment farineux titrant 35% de protéines à la ration journalière de 10% de la biomasse

durant deux mois. Les résultats relatifs aux performances de croissance indiquent que le Gain Moyen Quotidien (GMQ) a été plus important au niveau des poissons élevés dans les étangs fertilisés que celui enregistré au niveau des étangs non fertilisés ($1,04 \pm 0,17$ g/j contre $0,69 \pm 0,11$ g/j). En ce qui concerne le taux de croissance spécifique pondéral, son évolution a été semblable à celui du GMQ. La valeur enregistrée a été de $4,71 \pm 0,22\%/j$ pour les poissons des étangs fertilisés contre $4,07 \pm 0,01\%/j$ pour les poissons des étangs non fertilisés. Quant à la survie, de l'ordre de 95%, elle a été sensiblement identique dans tous les milieux d'élevage. Ces résultats suggèrent que l'apport de fertilisant (fientes) contribue à la croissance des poissons par l'augmentation de la production primaire, source supplémentaire de nourriture.

Mots clés : Fertilisation organique, croissance, survie, *Oreochromis niloticus*

Effect of Organic Fertilization of Ponds from Chicken Droppings on the Survival and Growth of *Oreochromis Niloticus* Fry (Linnaeus, 1758)

Amon Yao Nicolas

Université Peleforo GON COULIBALY, UFR-Sciences biologiques,
Département de Biologie Animale, Korhogo, Côte d'Ivoire

Coulibaly André

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

Kouakou N'Gouan Akpolët

Université Peleforo GON COULIBALY, UFR-Sciences biologiques,
Département de Biologie Animale, Korhogo, Côte d'Ivoire

Yao Kouakou

Université NANGUI ABROGOUA, UFR-SN, Laboratoire de Biologie et
Cytologie Animales, Abidjan, Côte d'Ivoire

Abstract

To assess the effectiveness of organic fertilizer in fish production, a study was carried out on the effect of chicken droppings on the survival and growth of *Oreochromis niloticus* fry in the first stages of their breeding in ponds. To do this, 24 000 fry of this species of average weight between 3.93 ± 0.62 g and 3.97 ± 0.31 g were selected and distributed equally in six (6) ponds of 200 m² at a density of 20 fry / m². Three ponds received an application of chicken droppings at a dose of 10 kg / m² / month while the other three, taken

as controls, were not fertilized. The fry were fed three times a day with a floury feed containing 35% protein in the daily ration of 10% of the biomass during two months. The results relating to growth performance indicate that the Daily Weight Gain (DWG) was greater in fish reared in fertilized ponds than that recorded in unfertilized ponds (1.04 ± 0.17 g / d against 0.69 ± 0.11 g / d). Regarding the specific weight growth rate, its evolution was similar to that of the DWG. The recorded value was $4.71 \pm 0.22\%$ / d for fish from fertilized ponds against $4.07 \pm 0.01\%$ / d for fish from unfertilized ponds. As for survival, of the order of 95%, it was roughly identical in all breeding environments. These results suggest that the supply of fertilizer (droppings) contributes to the growth of fish by increasing primary production, an additional source of food.

Keywords: Organic fertilization, growth, survival, *Oreochromis niloticus*

Introduction

En Côte d'Ivoire, la production halieutique occupe une place importante dans l'économie nationale et constitue par conséquent, la principale source de protéine animale. La consommation annuelle par habitant de cette production est en moyenne de 15,9 kg (MIPRAH, 2014). Les besoins annuels en produits halieutiques et particulièrement en poisson sont compris entre 250 000 et 300 000T contre une production locale avoisinant 80 000T (Yao *et al.*, 2017). Face à ces besoins de plus en plus croissants dus à la démographie galopante, l'Etat ivoirien s'est engagé dans une politique de développement de l'aquaculture. Ce secteur d'activité avec une production de 3 750 tonnes en 2014, malgré les nombreux investissements, ne représente que 5% de la production halieutique nationale (FAO, 2016). Cette situation est liée à plusieurs contraintes dont les faibles performances de croissance des espèces aquacultivables et l'aliment qui occupe entre 50 et 70% du coût de production (Adande et Fiogbé, 2015). Dès lors, l'utilisation de fertilisants organiques dans les étangs en vue d'optimiser les rendements de la production piscicole s'avère nécessaire. En effet, leur utilisation réduirait les coûts de production et améliorerait les performances de croissance par l'augmentation de la productivité primaire qui constitue une source d'aliment complémentaire pour les poissons (Adande et Fiogbé, 2015).

Dans la perspective d'une contribution au développement de la pisciculture, la présente étude se propose d'étudier l'effet de la fertilisation organique des étangs à partir de fiente (litière) de poulet préalablement composté sur la survie et la croissance des alevins de *Oreochromis niloticus* en phase de prégrossissement.

Matériel et méthodes

Site expérimental

La présente étude a été réalisée dans une ferme piscicole située à Débrimou, dans le Département de Dabou (Sud-ouest de la Côte d'Ivoire). Dans cette ferme, se trouvent vingt-cinq (25) étangs de différentes dimensions dont certains abritent les cages et les happas. Tous ces étangs, disposés en parallèle, sont alimentés par une eau provenant d'une rivière à partir d'un canal de dérivation.

Matériel

Matériel biologique

Les expériences ont porté sur une espèce de Tilapia, *Oreochromis niloticus* (souche non déterminée). Les géniteurs d'un poids moyens compris entre 100 et 150 g ont servi à produire les alevins utilisés pour les tests de survie et de croissance.

Matériel technique

La production des larves a été réalisées dans des happas de dimension 3 x 2 x 1,5 m installés dans un étang piscicole de 400 m². Les tests de survie et de croissance en phase de prégrossissement ont été conduits dans six (06) étangs de 200 m². Durant toute l'expérimentation, l'oxygène dissous, le pH et la température de l'eau ont été mesurés respectivement à l'aide d'un oxymètre de type WTW OXI 330 et d'un pH-mètre (modèle WTW pH 90) couplé à un thermomètre. La taille et le poids des poissons ont été déterminés respectivement à l'aide d'un ichtyomètre et d'une balance électronique de type SARTORIUS et de précision 0,01g. Des épuisettes à toile moustiquaire, des seaux et des bassines en plastique ont servi à la pêche et au transport des poissons.

Méthodes

Production des alevins

Trois (3) happas ont été utilisés pour la reproduction des géniteurs. Ainsi, 16 géniteurs (4 mâles + 12 femelles) ont été mis en reproduction dans chaque happa selon un sex ratio d'un mâle pour trois femelles. Durant la production des larves, les géniteurs ont été nourris deux fois par jour (entre 7h et 8h et entre 16h et 17h) à l'aide d'un aliment granulé pour Tilapia, titrant 30% de protéines, à la ration journalière de 4% de la biomasse. Trois récoltes des larves ont été réalisées. La première est intervenue un mois après la mise en reproduction des géniteurs dans les happas. La seconde récolte a été effectuée 14 jours après la première. Enfin, la troisième récolte a aussi été réalisée 14 jours après la seconde. La récolte a consisté à pêcher à l'aide

d'épuisettes, les larves qui ont été par la suite stockées dans d'autres happas prévus à cet effet.

Constitution des lots et étude de la survie et de la croissance des alevins en prégrossissement

Après les différentes récoltes, 24000 alevins de poids moyens initial compris entre $3,93 \pm 0,62g$ et $3,97 \pm 0,31g$ ont été sélectionnés et répartis équitablement dans six (6) étangs de $200 m^2$ à la densité de 20 alevins/ m^2 . Trois étang sont reçu une application d'engrais organique (fiente de poulet) à la dose $10 kg/m^2$ par mois tandis que les trois autres pris comme témoins n'ont pas été fertilisés. Les alevins ont été nourris trois fois par jour à l'aide d'un aliment farineux titrant 35% de protéines à la ration journalière de 10% de la biomasse durant deux mois. Les paramètres physico-chimiques de l'eau ont été mesurés chaque jour, matin et soir (entre 7h et 8h matin et entre 16h et 17h le soir). Le suivi du poids et de la taille des poissons a été fait toutes les deux semaines à partir d'un échantillon de deux cent (200) alevins pêchés par étang. A la fin de l'essai, tous les étangs ont été vidés et le nombre d'alevins restant a été déterminé afin de calculer le taux de survie.

Les paramètres zootechniques suivis sont :

Gain moyen quotidien (GMQ)

$$GMQ (g/j) = (Masse moyenne finale - Masse moyenne initiale) / temps (j)$$

Taux de croissance spécifique linéaire(TCSL)

$$TCSL (\%/j) = [\ln(\text{longueur moyenne finale}) - \ln(\text{longueur moyenne initiale}) / \text{Nombre de jours}] \times 100$$

Taux de croissance spécifique pondérale (TCSP)

$$TCSP (\%/j) = [\ln(\text{poids moyen final}) - \ln(\text{poids moyen initial}) / \text{Nombre de jours}] \times 100$$

Indice de consommation (IC)

$$IC = \text{Quantité d'aliment distribuée (g)} / \text{Gain de poids (g)}$$

avec, Gain de poids = Poids final – Poids initial

Taux de survie (TS)

$$TS (\%) = (\text{Nombre final de poisson} / \text{Nombre initial de poisson}) \times 100$$

Analyses statistiques

Les résultats ont été présentés sous forme de moyenne \pm écarts type entre réplicats. Les valeurs moyennes enregistrées sur les deux traitements (étangs fertilisés et étangs non fertilisés) ont été comparées par le test-t de

Student. Les différences entre traitements ont été considérées significatives au seuil de 5% ($p < 0,05$). Les analyses ont été effectuées à l'aide du programme STATISTICA 7.1.

Résultats

Paramètres physico-chimiques

Le tableau 1 présente les valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques de l'eau durant toute la période d'expérimentation. Ces paramètres n'ont pas significativement varié ($p > 0,05$) d'un étang à un autre durant les deux mois de prégrossissement. Les limites de variation notées dans les étangs fertilisés sont été de 3,20 à 5,21 mg/L pour l'oxygène dissous, de 6,70 à 7,10 pour le pH et de 27,10 à 29,91°C pour la température. Quand aux limites de variations observées dans les étangs non fertilisés, elles ont été de 3,19 à 5,16 mg/L pour l'oxygène dissous, de 6,68 à 7,02 pour le pH et de 27,50 à 29,80°C pour la température.

Tableau 1 : Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques de l'eau dans les étangs fertilisés et non fertilisés

Milieu d'élevage	Paramètres physico-chimiques			
		O ₂ (mg/l)	pH	Temp (°C)
Etangs fertilisés	Min	3,20	6,70	27,10
	Max	5,21	7,10	29,91
	Moy	4,02	6,72	29,10
	E-type	1,01	0,01	0,03
Etangs non fertilisés	Min	3,19	6,68	27,50
	Max	5,16	7,02	29,80
	Moy	4,11	6,69	29,01
	E-type	0,91	0,03	0,08

(Temp : Température ; O₂ : Taux d'oxygène dissous ; pH : potentiel d'Hydrogène ; Min : valeur minimale ; Max : valeur maximale ; Moy : moyenne entre réplicats et E-type : écart-type entre réplicats).

Performances zootechniques

Les paramètres zootechniques des poissons après deux mois de prégrossissement, sont présentés dans le tableau 2. A la fin de l'expérience, le gain moyen quotidien (GMQ) a été plus important au niveau des poissons élevés dans les étangs fertilisés que celui enregistré au niveau des étangs non fertilisés ($1,04 \pm 0,17$ g/j contre $0,75 \pm 0,11$ g/j). En ce qui concerne le taux de croissance spécifique pondérale, il présente la même tendance que celle du GMQ. La valeur enregistrée est de $4,71 \pm 0,22$ %/j pour les poissons des étangs fertilisés et de $4,07 \pm 0,01$ %/j pour les poissons des étangs non fertilisés. La comparaison statistique de ces paramètres montre une différence significative ($p < 0,05$) en faveur des poissons élevés dans les étangs fertilisés. Pour le taux de croissance spécifique en longueur, aucune différence significative n'a été

observée ($p > 0,05$) au niveau des deux types de milieu d'élevage (étangs fertilisés et étangs non fertilisé). Quant aux valeurs des indices de consommation, elles ont été de $2,10 \pm 0,30$ (étangs fertilisés) et de $3,8 \pm 0,81$ (étangs non fertilisés). La comparaison statistique montre une différence significative ($p < 0,05$) en faveur des poissons des étangs non fertilisés.

Les taux de survie obtenus ont été élevés et sensiblement identiques dans les deux types de milieux (95,52% dans les étangs fertilisés et 94,91% dans les étangs non fertilisés).

Tableau 2 : Paramètres zootechniques de *Oreochromis niloticus* enregistrés après deux mois de prégressissement en étangs

Paramètres	Milieux d'élevage	
	Etangs fertilisés	Etangs non fertilisés
Li (cm)	$5,82 \pm 0,21^a$	$5,86 \pm 0,14^a$
Lf (cm)	$14,04 \pm 0,16^a$	$13,50 \pm 0,02^b$
Pi (g)	$3,93 \pm 0,62^a$	$3,97 \pm 0,31^a$
Pf (g)	$66,61 \pm 1,61^a$	$45,89 \pm 1,20^b$
GMQ (g/j)	$1,04 \pm 0,17^a$	$0,69 \pm 0,11^b$
TCSL (%/j)	$1,46 \pm 0,01^a$	$1,39 \pm 0,21^a$
TCSP (%/j)	$4,71 \pm 0,22^a$	$4,07 \pm 0,01^b$
IC	$2,10 \pm 0,30^b$	$3,80 \pm 0,81^a$
TS (%)	$95,52 \pm 0,20$	$94,91 \pm 0,10$

NB: les valeurs de la même ligne, exprimées en moyenne \pm écart type, indexées des mêmes lettres alphabétiques ne sont pas statistiquement différentes ($p > 0,05$). Li = Longueur initiale ; Lf = Longueur finale ; Pi = Poids initial ; Pf = Poids final ; GMQ = Gain moyen quotidien ; TCSP = Taux de croissance spécifique en poids ; TCSL = Taux de croissance spécifique en longueur ; IC = Indice de consommation ; TS = Taux de survie.

Discussion

Dans la présente étude, les paramètres physico-chimiques de l'eau enregistrés dans les étangs (fertilisés et non fertilisés) se situent dans les limites recommandées pour l'élevage des tilapias. En effet, selon Stickney (1986) et Faye *et al.* (2018), les valeurs de pH les plus favorables pour la culture des tilapias sont comprises entre 6,5 et 8,5. Mims et Shelton (2015) indiquent que *Oreochromis niloticus* peut vivre dans des zones à pH compris entre 5 et 11. En ce qui concerne la température, Dabbadié *et al.* (2006) affirment que le tilapia est thermophile et préfère les températures comprises entre 14 et 35°C. Pour Faye *et al.* (2018), une température de $27,7 \pm 1,24$ °C est favorable à l'élevage des tilapias ; ce qui est en accord avec nos résultats. Concernant l'oxygène dissous, la valeur moyenne obtenue ($4,02 \pm 1,01$ mg/L) est au-dessus de la valeur seuil en phase de croissance (2,3 mg/L) rapportée par Ross (2000). Ces paramètres n'auraient donc pas une influence sur la survie et la croissance des alevins de *Oreochromis niloticus* dans la présente étude. Les mortalités relevées pourraient être d'origine naturelle ou être

provoquées par les chocs reçus par les alevins lors des opérations d'échantillonnage.

Les performances de croissance observées au niveau des poissons élevés en étangs fertilisés ont été plus importantes que celles enregistrées au niveau des étangs non fertilisés. Cette situation pourrait s'expliquer par l'apport de fertilisant organique (fientes de poulet) qui a favorisé le développement du plancton, source de nourriture naturelle pour les poissons. En effet, les fientes sont adaptées à l'élevage des tilapias. Elles jouent non seulement le rôle d'engrais pour le développement du plancton, mais aussi, représentent une source immédiate de nourriture car le tilapia peut se nourrir de détritus (Mikolasek, 2009). De plus, Barbe *et al.* (2010) et FAO (2015) ont montré que la rentabilité d'un plan d'eau dépend de la richesse du milieu en plancton qui elle-même est fonction des apports de fertilisants organiques. Selon Adande et Fiogbé (2015), les fertilisants organiques représentent un vivier important pour le développement de la pisciculture car ces derniers ont l'aptitude de libérer des sels nutritifs indispensables dans l'eau pour la production primaire. Ben *et al.* (2014) ont aussi montré que les pertes d'élevage des fermes induisent le développement des algues, du zooplancton et des macroinvertébrés, qui sont des sources nutritives supplémentaires favorables à la croissance des poissons. Par ailleurs, Hecth (2013) indique que la fertilisation organique des étangs assure une bonne production de zooplancton, source de nourriture pour les poissons. Durant cette phase de production, en étangs fertilisés comme non fertilisés, les valeurs du GMQ obtenues sont supérieures à celle obtenue par Amon *et al.* (20013) en bacs en béton (0,69 à 1,04 g/j contre 0,60 g/j). Cette différence pourrait s'expliquer par les structures d'élevage utilisées. En effet, selon Bombéo *et al.* (2002), les étangs offrent la possibilité d'un développement plus important de la productivité naturelle qu'en bassins en béton.

Conclusion

La présente étude avait pour but de voir l'effet de la fertilisation organique des étangs à partir des fientes de poulets sur la survie et la croissance des alevins de *Oreochromis niloticus*. Il apparait clairement que l'apport de fertilisant (fiente) contribue à la croissance des poissons par l'augmentation de la production primaire, source supplémentaire de nourriture. Cependant, il serait intéressant dans des études ultérieures, de quantifier cette production primaire en fonction des types de fertilisants afin de choisir le meilleur pour une production piscicole optimale.

Conflits d'intérêts : Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt.

References :

1. Adande R. & Fiogbe E. D.(2015). Utilisation des fertilisants organiques d'origine animale et végétale pour le développement de la pisciculture dans les étangs : Synthèse bibliographique. *International Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 2 (12): 281-287.
2. Amon Y. N., Yao K., Atsé B. C. & Ouattara M. (2013). Survie et croissance des juvéniles hybrides issus du croisement intergénérique *Oreochromis niloticus* (linnaeus, 1758) et *Sarotherodon melanotheron* (Rüppel, 1852) en milieu lagunaire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 3 (7): 1069-1077.
3. Balarin J. D. & Haller R.D. (1982). The intensive culture of tilapia in tanks, raceways and cages. In: J.F.Muir and Roberts RJ. (Eds.), *Recent Advances in Aquaculture*, Vol. 1. CroomHelm, London.
4. Barbe J., Schlumberger O. & Bouretz N. (2000).Evaluation de la production piscicole potentielle des étangs. *Ingénieries-EAT* : 49-62.
5. Ben M., Chahlaoui A., Rour E. & Chahboune M.(2014). Diversité taxonomique et structure de la macrofaune benthique des eaux superficielles de l'oued khoumane River. Moulay idriss Zerhoun, Maroc *J Mater Environ Sci.*, 1(5):183-198.
6. Bombéo R. F., Fermin A. C. & Tanfermin J. D. (2002). Nursery rearing of the Asian catfish, *Clarias macrocephalus* (Günther) at different stocking densities in cages suspended in tanks and ponds. *Aquaculture Research* 33 (13): 1031-1036.
7. Dabbadie L., Lazard J. & Oswald M.(2006). La pisciculture. In Greet et al. *Mémento de l'agronome*, Montpellier, France : 1571-1615.
8. FAO (2015). Engrais et fertilisant : système d'information sur les ressources alimentaires et d'engrais en aquaculture: <http://www.fao.org/fishery/affris/profil-des-speces/niletlapia/engrais-et-fertilisant/fr/1/2>.
9. FAO (2016). La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Contribution à la sécurité alimentaire et à la nutrition de tous. Rome, Italie, 105p.
10. Faye E., Sarr S. M., Touré M. A., Gueye S. & Gueye M. (2018). Effets de la densité de stockage sur la croissance des alevins de Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) en cages fixes dans le Lac de Guiers, Sénégal. *AfriqueSCIENCE* 14 (3): 378-390.
11. Hecht T. (2013). A review of on-farm feed management practices for North African catfish (*Clarias gariepinus*) in sub-Saharan Africa. In M.R. Hasan and M.B. New, eds. *On-farm feeding and feed management in aquaculture*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, Rome, FAO 2013, 583:463-479.

12. Mikolasek O., Barlet B., Chia E., Pouomogne V. & Tabi M. T. E. (2009). Développement de la petite pisciculture marchande au Cameroun : la recherche-action en partenariat. Cah. Agric, vol. 18, no. 2-3: 270-276.
13. Mims S. D. & Shelton W. L. (2015). Propagation and Early Culture Techniques. In Steven D. Mims and William L. Shelton (éds): Paddlefish Aquaculture. John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey: 77-127.
14. MIPRAH (2014). Plan stratégique de développement de l'élevage, de la pêche et de l'aquaculture en Côte d'Ivoire (PSDEPA 2014-2020). Tome I : Diagnostic – Stratégie de développement – Orientations stratégiques, 102p.
15. Ross L. G. (2000). Environmental physiology and energetic. *In*: Beveridge, M. C. M. et McAndrew, B. J. (Eds.). Tilapias: Biology and Exploitation. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publisher, Fish and Fisheries series 25: 89-128.
16. Stickney R. R. (1986). Culture of nonsalmonid freshwater fishes, Boca Roton, USA: CRC Press, 201p.
17. Yao A. H., Koumi A. R., Atsé B. C. & Kouamélan E. P. (2017). Etat des connaissances sur la pisciculture en Côte d'Ivoire. Agronomie Africaine 29 (3) : 227-244.

Quantification de l'érosion hydrique, par la méthode RUSLE, au niveau du bassin versant de l'Oued Mikkès en amont du barrage Sidi Chahed (région de Meknès, Maroc)

Kaouthar Mazouzi

Abdellah El Hmaidi

Université Moulay Ismail, Faculté des Sciences, Département de Géologie,
Equipe Sciences de l'Eau et Ingénierie de l'Environnement, Zitoune,
Meknès, Maroc

Rachid Bouabid

Ecole nationale d'Agriculture de Meknès, Meknès, Maroc

El Mâti El Faleh

Université Moulay Ismail, Faculté des Sciences, Département de Géologie,
Equipe Sciences de l'Eau et Ingénierie de l'Environnement, Zitoune,
Meknès, Maroc

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n14p256](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p256)

Submitted: 10 March 2020

Accepted: 13 April 2021

Published: 30 April 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Mazouzi K., El-Hmaidi A., Bouabid R. & El-Faleh E-M. (2021). *Quantification de l'érosion hydrique, par la méthode RUSLE, au niveau du bassin versant de l'Oued Mikkès en amont du barrage Sidi Chahed (région de Meknès, Maroc)*. European Scientific Journal, ESJ, 17(14), 256. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p256>

Resume

La présente étude a pour but d'estimer les pertes en sol dans le bassin versant de l'Oued Mikkès en amont du barrage Sidi Chahed situé dans la région de Meknès (Maroc), par l'utilisation de l'équation universelle révisée des pertes en sol de (Wischmeier et Smith, 1978). La spatialisation du modèle empirique s'est basée sur l'intégration des cinq facteurs dans le Système d'Information Géographique (SIG), à savoir, l'érosivité des pluies « R », l'érodibilité des sols « K », le couvert végétal « C », la topographie « LS » et les pratiques antiérosives « P », et dont la superposition a permis d'élaborer la carte quantitative des pertes en sols à l'échelle du bassin versant. Le bassin versant de l'Oued Mikkès s'étale sur une superficie de 1444 km² ; il est de forme allongée avec une altitude allant de 2090 m à 184 m du Sud vers le

Nord et une pente qui varie de 0 à 189 %. L'étude pluviométrique des onze stations climatiques qui se trouvent au niveau du bassin versant a démontré l'irrégularité des précipitations dans le temps et dans l'espace. Le facteur d'érosivité R a présenté des valeurs allant de 60 à 119, avec une moyenne de 85 Mj.mm/ha. h. an (Millijoule. Millimètres/hectare. Heure. An). Le facteur d'érodibilité K présente des valeurs de 0 jusqu'à 0,6 et il a montré que les sols peu évolués et les vertisols sont les plus vulnérables à l'érosion. Le facteur LS relatif à la topographie varie entre 0 et 2562, dont l'amont est plus accidenté et plus sensible. Le facteur C diffère selon l'occupation des sols, d'où les sols des parcours, les incultes et les sols cultivés sont les plus fragiles. L'érosion hydrique affecte toutes les parties du bassin versant mais avec des degrés variables selon les facteurs de l'érosion. Les terres en dessous du seuil de tolérance de 7 t/ha/an ne représentent que 11% de la superficie du bassin, celles présentant des pertes variant entre 7 et 20 t/ha/an occupent 53%, le facteur d'érosion dans 24% de la superficie a des valeurs entre 20 et 40 t/ha/an et celles dépassant les 40 t/ha/an affectent environ 12% du territoire.

Mots clés : Barrage Sidi Chahed, Bassin versant, Oued Mikkès, Erosion hydrique, RUSLE

Quantification of water erosion in the catchment area of Oued Mikkes upstream of Sidi Chahed dam (Meknes region, Morocco)

Kaouthar Mazouzi

Abdellah El Hmaidi

Université Moulay Ismail, Faculté des Sciences, Département de Géologie,
Equipe Sciences de l'Eau et Ingénierie de l'Environnement, Zitoune,
Meknès, Maroc

Rachid Bouabid

Ecole nationale d'Agriculture de Meknès, Meknès, Maroc

El Mâti El Faleh

Université Moulay Ismail, Faculté des Sciences, Département de Géologie,
Equipe Sciences de l'Eau et Ingénierie de l'Environnement, Zitoune,
Meknès, Maroc

Abstract

The purpose of this study is to estimate soil losses at the Mikkes watershed upstream of the Sidi Chahed dam in the Meknes region (Morocco), using the revised universal equation of losses in soil of (Walter H Wischmeier

et Smith, 1978). The spatial empiric model was based on the integration of the five factors in the Geographical Information System (GIS), namely, the erosivity of rains "R", the erodibility of soils "K", the vegetation cover "C", topography "LS" and anti-erosion practices "P", the superposition of which allowed the development of a quantitative map of soil losses at the scale of the watershed. The catchment area of Oued Mikkes covers an area of 1444 km²; it is of elongated shape with an altitude ranging from 2090 meters to 184 meters from the South to the North, and a slope which varies from 0 to 189%. The rainfall survey of the eleven climatic stations located at the catchment level has shown the irregularity of precipitation in time and space. The erosivity factor R showed values ranging from 60 to 119, with an average of 85 Mj.mm/ha.h.a ". Erodibility factor K showed values from 0 to 0.6 and showed that poor soils and vertisols are the most vulnerable to erosion. The LS topography factor varies between 0 and 2562, the upstream of which is more rugged and more sensitive. The C factor differs according to the land use, from which the soils of the rangelands, the uncultivated and the cultivated soils are the most fragile. Water erosion affects all parts of the watershed, but with varying degrees depending on the factors of erosion. Land below the tolerance level of 7 t / ha / year represents only 11% of the catchment area, those with losses varying between 7 and 20 t / ha / year occupy 53%, the erosion factor in 24% of the area has values between 20 and 40 t / ha / year and those exceeding 40 t / ha / year affect about 12% of the territory.

Keywords: Sidi Chahed Dam, Watershed, Mikkes wadi, Water Erosion, RUSLE

Introduction

L'érosion hydrique est un processus qui s'exprime par la dégradation des sols. Elle menace une grande surface à l'échelle du globe et décrit les phénomènes dus à l'homme et/ou à l'agressivité climatique qui réduit le potentiel de production des sols et la qualité des ressources naturelles. Elle constitue la première manifestation du phénomène de la désertification et se focalise surtout dans les régions à climat semi- aride et dans les zones méditerranéennes.

L'érosion hydrique se considère comme un phénomène important influant sur l'environnement. Elle a des conséquences négatives sur le cadre socio-économique à l'échelle locale, régionale et nationale, d'une manière générale, à cause de la croissance démographique et aussi des changements climatiques. Elle constitue un danger sur les infrastructures, sur les productions agricoles et aussi sur la qualité des eaux.

Une étude concernant la dégradation des sols au Maroc, faite par la l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO),

a montré l'ampleur de ce phénomène avec une valeur de 12,6 millions d'hectares de culture et de parcours qui ont été considérés en menaces (Zouagui et al., 1977). Une autre étude plus récente de la FAO, en 1990, a trouvé qu'un pourcentage de 40% des terres de l'ensemble du territoire était affecté par l'érosion hydrique (Lufafa et al., 2003).

La dégradation spécifique moyenne dépasse les 50 T/ha/ha au niveau de plusieurs zones, notamment au Rif à cause de l'agressivité climatique, du relief accidenté, de la grande sensibilité des couches lithologiques et de l'impact du facteur anthropique (Ait Fora, 1995; Lahlou, 1977). Ceci se traduit par une dégradation importante et inquiétante de la fertilité et de la productivité des sols. Mais également par la réduction de la capacité du stockage des eaux par l'effet de l'envasement des barrages.

Les plus grands barrages du Maroc recevraient chaque année environ 50 millions de tonnes de sédiments (Marzouki, 1992). Le taux de comblement varie de 0,1 mm³/an au niveau du barrage Smir à 10 mm³/an au niveau du barrage Mohammed V.

Le présent travail a pour objectif l'évaluation de l'ampleur du risque d'érosion dans le bassin versant de l'Oued Mikkès en amont du barrage Sidi Chahed ainsi que la réalisation du modèle spatial des pertes en sol à l'aide de la télédétection et du système d'information géographique (SIG). Par ailleurs, il existe plusieurs modèles pour la quantification de l'érosion hydrique et le choix se fait en fonction des données disponibles. La méthode la plus utilisée à l'échelle nationale est l'équation universelle révisée des pertes en sol (USLE) de (Wischmeier and Smith, 1978). Elle permet de calculer et d'analyser les différents facteurs qui influencent sur l'érosion tels que le facteur d'érosivité des pluies, le facteur d'érodibilité des sols, la topographie, le couvert végétal et les pratiques culturales.

1. Matériel et Methodes

1.1. Présentation de la zone d'étude

Le bassin versant de l'Oued Mikkès est situé à l'amont du barrage Sidi Chahed qui fait son départ aux bordures des montagnes du Moyen Atlas au Sud et traverse la plaine du Saïs du Sud vers le Nord à presque mi-chemin des villes de Meknès et Fès. Il se termine au niveau d'un exutoire où a été édifié le barrage Sidi Chahed qui a comme coordonnées (ABHS, Fès): X=507200 m Y=389500 m, ayant une capacité de 170 mm³ qui contribuent à la régularisation des eaux du grand bassin versant de l'Oued Sebou (Figure 1):

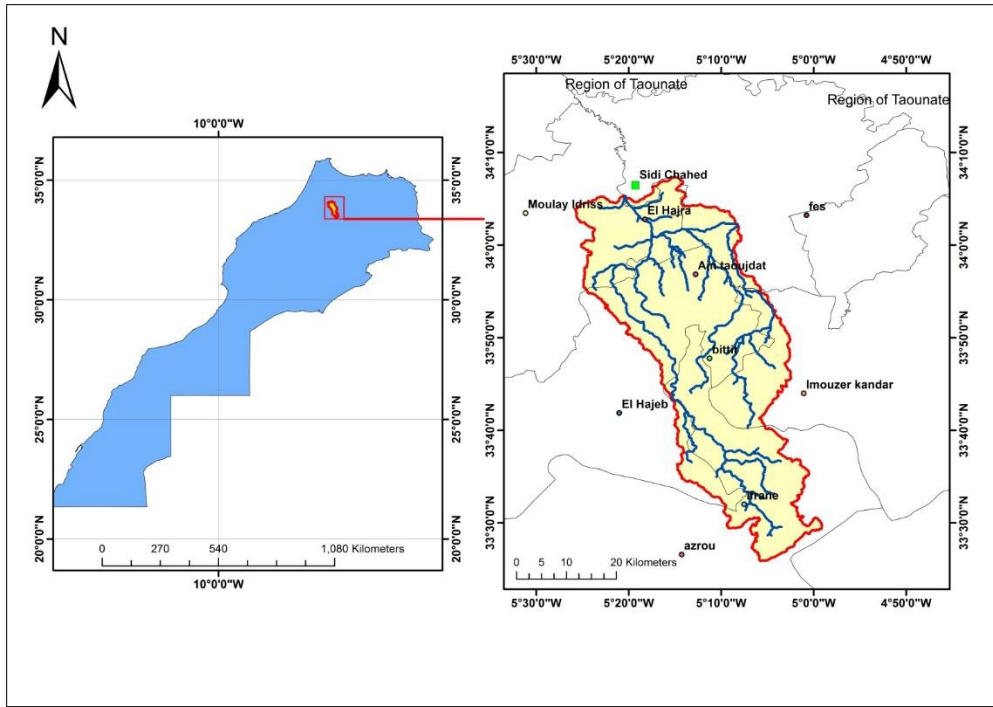


Figure 1 : Situation géographique, réseau hydrographique et découpage du bassin versant de l'Oued Mikkes.

1.2. Méthodes

1.2.1. Taux annuel de perte en sol

La quantification des pertes en sol au niveau du bassin versant de l'Oued Mikkes a été réalisée en adoptant l'Equation Universelle Révisée des Perte en Sol (RUSLE):

$$A = R. K. LS. C. P$$

Avec :

A : Taux annuel de perte en sol en t/ha/an;

R : Facteur d'érosivité des pluies;

K : Facteur d'érodibilité des sols;

LS : Facteur de topographie (Longueur et inclinaison de la pente);

C : Facteur de couverture végétale;

P : Facteur des pratiques culturales antiérosives.

1.2.2. Le facteur d'érosivité des pluies « R »

L'absence des données de l'énergie cinétique (E_c) et l'intensité moyenne des précipitations en 30 mm empêche l'utilisation de la formule de Wischmeier. Dans ce cas, le facteur d'érosivité des pluies R a été estimé par la formule proposée par Rango et Arnoldus (1987) qui exige l'utilisation des

données météorologiques sous forme des moyennes mensuelles et annuelles et dont la formule est la suivante :

$$\text{Log } R=1,74. \text{Log } \Sigma (P_i^2 / P) +1,29$$

Avec:

R : Agressivité pluviale;

P_i : Moyenne des précipitations mensuelles en mm;

P : Moyenne des précipitations annuelles en mm.

Cette formule a été appliquée sur les données des pluviométries enregistrées par onze stations climatiques situées à l'intérieur ou à proximité du bassin versant (Figure 2).

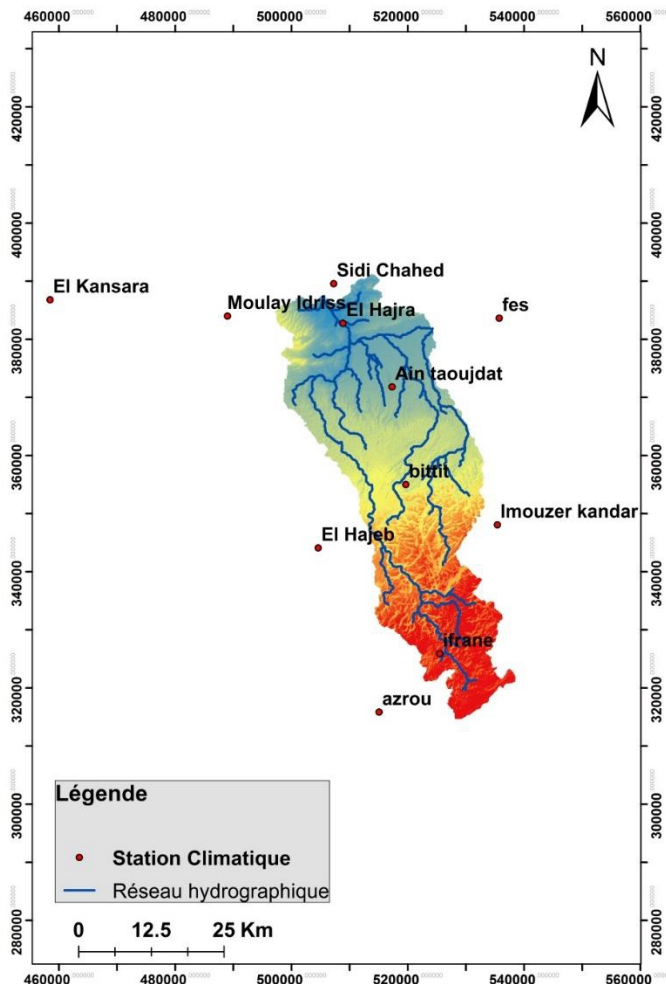


Figure 2 : Carte de situation des stations climatiques.

1.2.3. Le facteur d'érodibilité des sols « K »

L'érodibilité des sols dépend du pourcentage de matière organique, de la texture, de la structure et de la perméabilité du sol. Ce facteur est défini comme étant la capacité d'un sol à résister à l'érosion, il s'exprime en t.ha.H/ha.Mj.mm. Son estimation a été faite à l'aide l'équation de Wischmeier et Smith (1978) suivante :

$$100K=2,1. M^{1,4}. 10^{-4}(12-a) + 3,25 (b-2) + 2,5 (c-3)$$

Avec:

K : Facteur d'érodibilité en t.ha.H/ha.Mj.mm (Tonne. Hectare. Heure/Hectare. Mégajoule. Millimètre) ;

M : Représente la texture et se calcul par la formule ;

$M = (\% \text{ sable fin} + \text{ limon}) * (100 - \% \text{ argile})$;

a : Pourcentage de matière organique;

b : Code des classes de structure ;

c : Code des classes de perméabilité.

Les paramètres pour déterminer le facteur d'érodibilité R ont été obtenus à partir des études pédologiques chevauchant sur le bassin versant. Les données pédologiques ont été recueillies à partir de différentes études réalisées sur les régions de Fès, Sefrou, Meknès et El Hajeb. Les paramètres b et c ont été définis d'après la base des données de la classe structurale et de la texture du sol de la zone d'étude.

1.2.4. Le facteur topographique « LS »

Le facteur topographique LS (sans dimension), se détermine par la longueur de la pente L en (m) et par le degré d'inclinaison S (%). Il représente l'effet de la géomorphologie sur l'érosion hydrique. Pour estimer ce facteur la formule de (Moore and Wilson, 1992) a été adoptée :

$$LS = (m + 1) \cdot \left[\frac{A}{22.1} \right]^m \cdot \left[\frac{\sin(\beta)}{0.09} \right]^n$$

Avec :

A : la surface en Km² à l'amont contribuant à l'accumulation du flux en un point donné ;

B : la pente exprimée en radians ;

Les paramètres m et n sont des constantes dont les valeurs varient comme suit :

m=0,2 à 0,6 et n=1 à 1,3.

Les faibles valeurs sont utilisées quand il s'agit d'une dominance d'érosion en nappe, et les valeurs maximales sont utilisées quand il y a dominance d'une érosion en rigole. En raison de l'absence d'information détaillée sur la forme dominante de l'érosion, les valeurs de $m=0,5$ et $n=1,3$ ont été adoptées. Cette formule est traduite sous SIG en utilisant la formule suivante :

$$LS = [(AccFlux \cdot Dim_{pixel} / 22.1)^{0.5} \cdot (\sin(Pente_{deg} \cdot 3.14/180) / 0.09)^{1.3}] \cdot 1.3$$

Avec :

AccFlux : carte d'accumulation des flux;

Dimpixel : dimension des pixels de la carte d'accumulation des flux;

Pentdeg : carte des pentes exprimée en degré;

(3,14/180) : facteur de conversion des degrés en radians.

1.2.5. Le facteur du couvert végétal « C »

Le facteur C (sans dimension) repose sur la densité et la hauteur de la couverture végétale de la surface du sol (Wischmeier et Smith 1978). Il se base sur la hauteur de la végétation, l'indice de recouvrement, le pourcentage de la couverture herbacée et les résidus de végétation ou litière.

Les valeurs de C varient entre 0.001 pour un terrain entièrement couvert et 1 pour un terrain de jachère (Wischmeier and Smith, 1978).

Pour la présente étude, le couvert végétal a été obtenu à partir de la classification supervisée de l'extrait de l'image satellitaire LANDSAT-8 captée en Mars 2014. Les valeurs attribuées aux différents types de couvert végétal sont présentés dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 : Types de couvert végétal et valeurs de C.

Type du couvert végétal	Facteur C
Forêt dense	0,1
Forêt moyennement dense	0,25
Forêt claire	0,4
Terrain de parcours	0,7
Terrain de cultures ou jachères	0,5
Terrain de cultures plus ou moins dégradés	0,8
Terrain incultes, zones urbaines et routes	1
Surface d'eau	0

1.2.6. Le facteur des pratiques anti-érosives « P »

Le facteur P traduit l'influence des pratiques culturales qui permettent de réduire la quantité et la vitesse des eaux ce qui abaisse le degré de ruissellement et par conséquent le degré de l'érosion.

Vu que les données sur les aménagements antiérosifs ne sont pas disponibles, la valeur de 1 a été attribuée au facteur P sur toute la surface du bassin versant.

2. Resultats et Discussion

2.1. Le facteur d'érosivité « R »

L'étude pluviométrique des onze stations climatiques a montré une irrégularité des précipitations dans le temps et dans l'espace, avec des précipitations moyennes annuelles variant entre 965 mm pour la station d'Ifrane et 283 mm au niveau de la station d'EL Kansara (Tableau 2).

Tableau 2 : Moyenne des précipitations annuelles en mm et Valeurs de R.

Station	Précipitation moyenne annuelle (mm)	R
Ifrane	965	127
Azrou	723	99
Imouzzer	608	87
El Hajeb	575	84
Bittit	504	77
My Idriss	599	89
AïnTaoujdat	448	71
El Hajra	365	61
Sidi Chahed	384	65
El Kansara	283	56
Fes	367	67

La carte d'érosivité des pluies obtenue à partir de l'analyse spatiale des valeurs du facteur R calculées dans les différentes stations climatiques montre un important gradient de l'amont vers l'aval (Tableau 2), avec des valeurs allant de moins 60 à plus de 130. Le taux de précipitations est plus élevé dans les régions du Moyen Atlas à cause du relief fort (Ifrane, Azrou et Imouzer), par contre, dans la plaine de Saïs, une zone qui se caractérise par un faible relief, le taux de précipitation est moins élevé (Fès, El kansara, El Hajria). Par conséquent, le climat montagneux du Moyen Atlas a plus d'impact sur le facteur R que le climat de la plaine du Saïs et des Rides Pré-rifaines.

La répartition des classes de ce facteur en termes de superficies (Tableau 3) montre que près de 70% du territoire sont inférieures à 90, alors que le reste du bassin versant présente des valeurs supérieures à 90. C'est la zone amont, montagneuse, qui est la plus soumise à l'agressivité du climat (Figure 3).

Ces résultats sont comparables à ceux trouvés dans le bassin versant du haut Oum Rbia, Yjjou et al. (2014), cette étude a prouvé que 93 % de la superficie du bassin est soumise à une érosivité qui varie de 70 à 119, la classe qui témoigne une érosivité modérée entre 100 et 119 occupe 24 % du bassin et seulement 7 % de la surface du bassin est soumise à une faible érosivité.

Aussi, dans l'étude faite par la DREF (2007) du NE sur le bassin versant d'Oued Beht, l'agressivité climatique obtenue est très concentré dans l'intervalle 70 à 100 avec 86%. Ces résultats montrent que l'agressivité pluviométrique est forte selon la classification de Manrique (1988).

Tableau 3. Superficie et pourcentage des classes d'érosivité pluviale R.

Classe d'érosivité	Superficie (ha)	Superficie (%)
<60	1026	1
60-70	42769	30
70-80	45206	31
80-90	12723	9
90-100	7657	5
100-110	8846	6
110-120	7897	6
120-130	9178	6
>130	9186	6

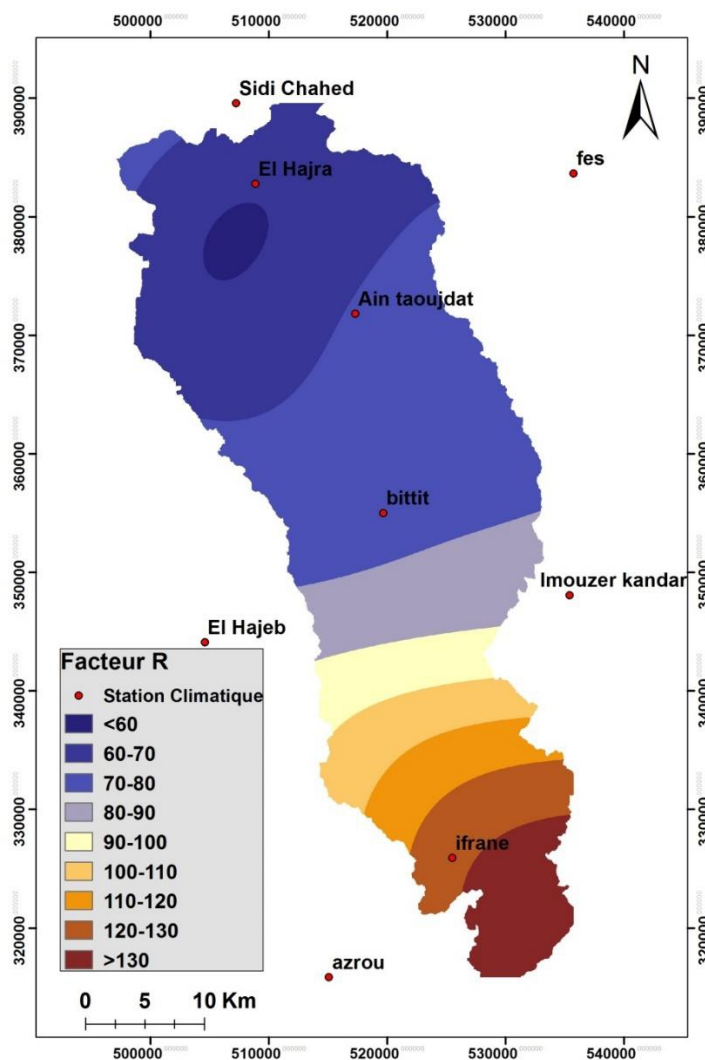


Figure 3. Carte du facteur d'érosivité R au niveau du bassin versant de l'Oued Mikkès.

2.2. Le facteur d'érodibilité du sol « K »

L'érodibilité du sol K varie selon le type de sol à l'échelle du bassin versant (Figure 4). Les sols peu évolués sur roches mères marneuses (régosols) ainsi que les sols à texture lourdes (vertisols) qui sont les plus vulnérables avec des facteurs K les plus élevés. Ceux à texture plus ou moins équilibrées et bien drainées sont les moins vulnérables (calcimagnésiques, isohumiques et fersiallitiques). Les résultats obtenus au Tableau 4, indiquent aussi que 37% de la superficie du bassin versant possèdent une érodibilité très élevée (0,3 à 0,6), 49% de la superficie du bassin versant présentent une érodibilité moyenne (0,2 et 0,3) et seulement 14% présentent une faible érodibilité (0 et 0,2).

Les résultats obtenus sont généralement comparables avec le bassin versant traité par Yjjou et al. (2014) sur le bassin versant du haut Oum Rbiaa, en fait, il a trouvé que plus de la moitié des sols du bassin versant, soit 59%, possèdent une érodibilité très élevée atteignant des valeurs comprises entre 0,4 et 0,5 et seulement 22% de la surface du bassin possède une érodibilité faible inférieure à 0,2.

Aussi, les résultats obtenus par Elbouqdaoui et al. (2006) dans une étude réalisée sur le bassin versant d'oued Srou ont montrés que les vertisols présentent une faible érodibilité (0,1-0,2), alors que les sols peu évolués présentent une érodibilité élevée (0,3-0,4).

Aussi, ces résultats coïncident avec ceux trouvés par EL Idrissi.R (1986) qui a rapporté que les sols peu évolués du bassin Oum Rbia sont localisés surtout sur des versants à forte pente, limitrophes des vallées où la dégradation des sols est très poussée.

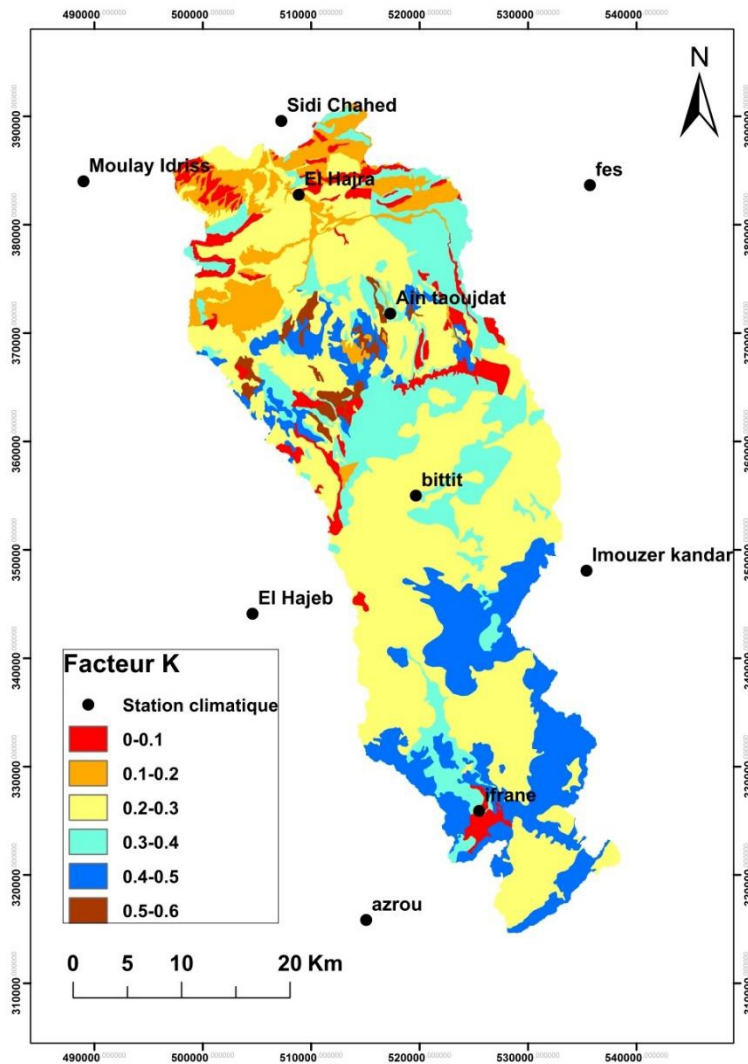


Figure 4. Carte du facteur d'érodibilité K au niveau du bassin versant de l'Oued Mikkès.

Tableau 4. Superficie et pourcentage des classes du facteur K.

Classes de K	Superficie (ha)	%
0-0,1	8246	6
0,1-0,2	11311	8
0,2-0,3	71394	49
0,3-0,4	25886	18
0,4-0,5	25167	17
0,5-0,6	2470	2

2.3. Le facteur topographique « LS »

Le facteur LS varie selon la longueur de la pente L (m) et son degré d'inclinaison S (%). Les résultats obtenus dans la Figure 5 montrent que les causses moyens atlasiques ainsi que les collines Pré-rifaines, qui se caractérisent par un relief fort sont les zones où le facteur LS est le plus élevé. Le reste du bassin versant, surtout dans la plaine de Saïs, montre des valeurs modérées à faibles (Tableau 5). Le facteur LS sera donc peu influençant sur l'érosion à l'échelle du bassin versant.

Le Tableau 5 montre que 73% de la superficie du bassin versant font partie de la classe 0-5, 12% sont occupés par la classe 5-10 et 15% appartiennent à la classe supérieure à 10.

Par contre dans le bassin du haut Oum Rbiaa (Yjjou et al., 2014), la majeure partie du bassin est soumise à un grand risque d'érosion dont 62% de la superficie du bassin versant fait partie de la classe 5 à 30.

D'après (Zingg, 1940) cité par (El Bouqdaoui, 2007), le degré d'érosion augmentait de façon exponentielle avec le degré de pente. Il avait également conclu que les pertes en sol étaient en fonction de la longueur de la pente.

Tableau 5. Superficie et pourcentage des classes du facteur LS.

Classe du LS	Superficie (ha)	Superficie (%)
0-5	104145	73
5-10	17254	12
10-15	8661	6
15-20	4785	3
>20	8706	6

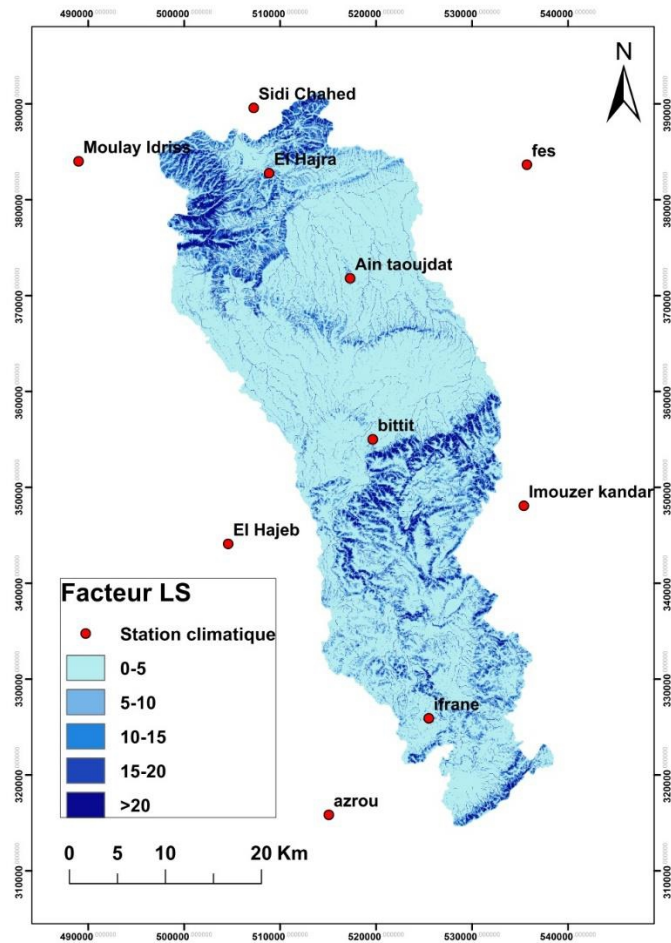


Figure 5. Carte du facteur topographique LS au niveau du bassin versant de l’Oued Mikkès.

2.4. Le facteur du couvert végétal « C »

La carte du facteur C déduite à partir de la carte d’occupation du sol montre que les zones en amont du bassin versant couvertes par les forêts sont les seules qui sont relativement protégées contre l’érosion par rapport au zones médianes et avales. Les sols de cultures et des parcours situés sur les piedmonts et sur la plaine du Saïs présentent des valeurs modérées à élevées (Figure 6). Le tableau 6 montre que 90% de la superficie du bassin représente un taux de couverture végétale très faible (C supérieur à 0,4) et que seulement 10% sont bien protégés avec une valeur de C inférieur à 0,4 (Tableau 1).

Ces résultats sont très proches de ceux obtenus dans l’étude réalisée sur le bassin d’Oued Beht (DREF, 2007), avec 70% de sa superficie présente un taux de couverture faible à très faible et la protection n’est constatée que

sur 15 % du bassin. Ainsi, il est conclu que l'érosion potentielle au niveau de ce bassin est fortement accélérée.

De même, dans le bassin versant du haut Oum Er-Rbia, Yjjou et al. (2014) ont trouvé que 64% de la superficie du bassin présente une protection très faible et que 12% seulement est bien protégée ($C < 0,2$).

Dans la même optique Goor.f (2005) a montré que le risque d'érosion hydrique est plus élevé lorsque les sols sont occupés par des cultures de type sarclé peu couvrantes ou des plantes pastorales dégradées, moins élevé avec des cultures de type non sarclé, plus couvrantes, alors que le risque est minimal quand il s'agit des prairies et des forêts denses.

Aussi, le sol peut s'influencer par les cultures qui nécessitent un affinement de la couche superficielle du sol, ce qui peut entraîner la formation d'une croûte de battance qui en cas de fortes pluies, réduit l'infiltration et accélère le ruissellement.

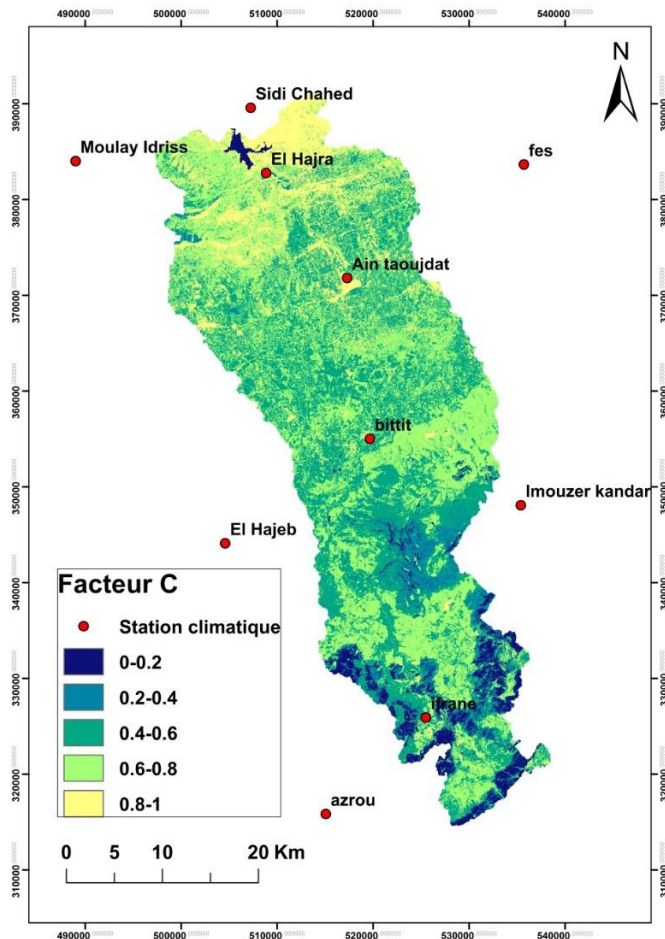


Figure 6. Carte du facteur C au niveau du bassin versant de l'Oued Mikkès.

Tableau 6. Superficies des classes du facteur végétal C.

Classes de C	Superficie (ha)	%
0-0,2	7153	5
0,2-0,4	7418	5
0,4-0,6	55986	39
0,6-0,8	56375	39
0,8-1	17569	12

2.5. Evaluation des pertes en sol « A »

La carte des pertes en sol élaborée par la multiplication sous SIG des cartes correspondantes aux quatre facteurs décrits précédemment montre que le bassin versant de l'Oued Mikkès présente une variabilité importante en termes d'érosion des sols, avec des valeurs allant de moins de 7 tonnes à l'hectare à plus de 100 tonnes à l'hectare (Figure 7). Les zones en amont sont les plus sujettes à l'érosion en raison, notamment, du relief mouvementé et du manque de couvert végétal. Les crêtes des bordures du Moyen Atlas au Nord sous parcours dégradés, ainsi que les sommets des collines marneuses cultivées du Pré-rifs au Sud sont particulièrement vulnérables. Ces deux zones contribueraient le plus à la sédimentation au niveau du barrage en aval. La plaine du Saïs, est en général modérément sujette à l'érosion, grâce à la faible variabilité de sa topographie.

La classe des sols à pertes inférieures à la limite de 7 t/ha/an, considérée comme seuil de tolérance (Renard et al., 1996) occupent seulement 11 % du territoire du bassin versant.

Sur le bassin versant du haut Oum Rbiaa, Yjjou et al. (2014) ont mis en évidence que les pertes sont très focalisées dans l'intervalle 50-400 t/ha/an, soit 54 % du territoire. Alors que les faibles pertes en dessous du seuil de tolérance concernent 9,19 % de la superficie du bassin.

Ces résultats sont proches de ceux obtenus sur le bassin versant d'Oued Beht (DREF, 2007) qui présentent une forte érosion (entre 50 et 400 t/ha/an) sur 45 % de son territoire tandis que les faibles pertes (<7 t/ha/an) couvrent 12,7% seulement.

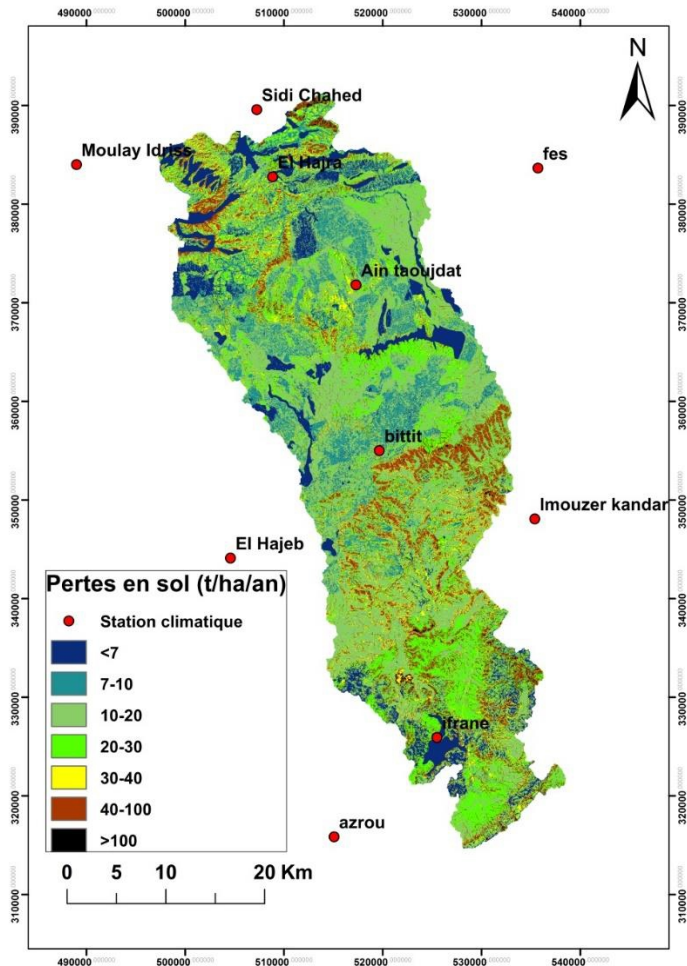


Figure 7. Carte des pertes en sol au niveau du bassin versant de l’Oued Mikkès

Les terres présentant des pertes variant de 7 à 20 t/ha/an occupent 53% de la superficie du bassin, celles présentant 20 à 40 t/ha/an occupent près de 24%, et celles dépassant les 40 t/ha/an concernent environ 12% du territoire (Tableau 7).

Tableau 7. Superficie et pourcentage des classes des pertes en sol en t/ha/an.

Classe des pertes en sol A	Superficie (ha)	Superficie (%)
<7	16063	11
7-10	16192	11
10-20	59732	42
20-30	25519	18
30-40	9217	6
40-100	16345	11
>100	1048	1

Ainsi, considérant le seuil de tolérance à 7 t/ha/an, on peut constater que la majorité du bassin versant est sujette à des érosions importantes et à des degrés variables sur près de 89% du bassin versant. Les pertes ainsi engendrées représentent une menace importante à moyen et long termes de sédimentation au niveau du barrage Sidi Chahed à l'exutoire du bassin versant.

Des valeurs similaires de pertes en sols ont été également obtenues dans d'autres bassins versants du Moyen Atlas dont les caractéristiques sont proches de celles du bassin versant de Mikkès. Yjjou et al. (2014) ont rapporté des pertes en sol dans le bassin d'Oum Rbiaa au Moyen Atlas variant entre 50 et 400 t/ha/an, avec seulement 9% des terres en dessous du seuil de tolérance (<7 t/ha/an).

Les zones les plus vulnérables à l'érosion, telles que illustrées par la figure 9, méritent ainsi une attention particulières en termes de bonnes pratiques de gestion et de conservation des sols pour atténuer les pertes en sol et éviter la dégradation de la qualité des terres et leur productivité.

Pour avoir un intérêt primordial des résultats déduits de l'application du modèle RUSLE de la zone d'étude, la comparaison des résultats avec plusieurs cas au Maroc est nécessaire pour la reconnaissance et la hiérarchisation des principales zones sources de sédiments :

- **Bassin versant Tigriga**, Benamar (2009): il est situé au point de rencontre du Moyen Atlas central avec le plateau central sur une superficie de 95 044 ha. L'étude de l'érosion réalisée au niveau de ce bassin, en utilisant la formule de Wischmeier révisée, a montré une érosion moyenne de 21,3 t/ha/an. La valeur maximale des pertes a atteint 32 t/ha/an touchant 20,4% de la superficie du bassin.
- **Bassin versant d'Oum Rbiaa**, Yjjou et al. (2014) : l'étude a montré que ce bassin est soumis à une forte érosion. Ainsi, des pertes variant de 50 à 400 t/ha/an, touchent 54 % du territoire. Par contre les faibles pertes en dessous du seuil de tolérance (<7 t/ha/an) concernent 9 % de la superficie du bassin.
- **Bassin versant d'Oued Beht**, DREF (2007): l'étude de ce bassin a montré que l'agressivité pluviale est très concentrée sur 86,8% de la superficie totale et que la topographie joue un faible rôle dans l'érosion. La bonne protection par le couvert végétal ne concerne que 15% du bassin. Pour l'érodibilité, la moitié des sols du bassin possèdent un facteur K entre 0,4 et 0,5. Pour le facteur A, les pertes fortes (>100t/ha/an) concernent 39,6% du territoire.
- **Bassin versant d'oued Srou**, Elbouqdaoui et al. (2006) : cette étude est basée sur l'utilisation du modèle d'évaluation de l'érodibilité des terres LEAM ou Land Erodibility Assessment Methodology qui a été développé par Manrique (1988) sur la base de l'équation universelle de Wischmeier. Ce bassin versant est situé au Moyen Atlas, cette étude

a révélé que la superficie vulnérable au risque d'érosion élevé, très élevé et extrêmement élevé, représente 28 % de la superficie totale du bassin en année sèche. Alors que pour les mêmes classes de risque, en période humide, cette superficie représente 43 %. Ce qui témoigne selon les auteurs l'influence des précipitations sur les phénomènes érosifs.

- **Bassin versant Nakhla**, Brahim et al. (2003): d'une superficie d'environ 110 km², ce bassin versant est situé dans le Rif Occidental au Nord du Maroc. Cette étude est basée sur l'utilisation de l'équation universelle révisée des pertes en sols. Les résultats obtenus montrent que le taux d'érosion est élevé au niveau des zones à pentes fortes oscillants entre 12 et 40 degrés. En effet, ces zones à prédominance de sols calcimagnésiques subissent des pertes de l'ordre de 95,5 t/ha/an.

Conclusion

Le présent travail est réalisé dans le but de quantifier les pertes en sol au niveau du bassin versant de l'Oued Mikkès en utilisant l'Equation Universelle des Pertes en Sol révisée (RUSLE) et l'outil SIG. Le bassin versant étudié constitue une liaison entre le Moyen Atlas, la plaine de Saïs et le Pré-rif. Ses altitudes varient entre 2091 m à 184 m et ses pentes entre 0 et 189 %. Il se caractérise par une érosion importante, avec 89% de la superficie du bassin dépassent le seuil de tolérance et 11% seulement des pertes sont inférieurs à 7t/ha/an. Ceci est en relation avec les différentes valeurs des facteurs impliqués dans l'érosion hydrique des sols. Les valeurs du facteur d'érosivité R sont très élevées ; en effet, 99% de la superficie du bassin présente des valeurs qui varient entre 60 et 138, avec un gradient de l'amont vers l'aval. De même, le facteur d'érodibilité K présente des valeurs élevées sur 86% de la superficie globale. Le facteur topographique LS est plus influençant sur les montagnes du Moyen Atlas et des rides Pré-rifaines, et sans effets majeur sur la plaine du Sais. Le bassin versant de l'Oued Mikkès se caractérise par un taux de couverture végétale très faible avec 90% de la superficie ayant une valeur de C >0,4 une dominance des terrains de parcours, des terrains incultes et des terrains de cultures qui sont considérés sensibles à l'érosion. De manière général, le bassin versant de l'Oued Mikkès est exposé à un grand risque d'érosion hydrique. Cette érosion a des retombées négatives sur la qualité des sols dans presque tout le bassin versant (89% de la superficie du bassin versant), en détruisant la structure, la texture et la qualité des sols, ainsi que sur le transport des sédiments et l'envasement du barrage en aval d'un taux de 0.3Mm³/an (Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement).

Les résultats obtenus donnent une idée importante pour que les décideurs connaissent les zones à risques et proposent les interventions

adéquates pour la lutte contre l'érosion à partir de la description approfondie de chacun des facteurs liés aux processus d'érosion. Il existe certaines recommandations à suivre pour lutter contre le risque d'érosion telles que par exemple ajouter à l'équation universelle des pertes en sol de Wischmeier d'autres modèles pour calculer la quantité de sédimentation produite au niveau du bassin versant étudié ainsi que le taux du phosphore et de la matière organique, et tenir compte de l'importance relative des pressions agricoles et non agricoles et de la fragilité du milieu et programmer des interventions pour stabiliser le sol et améliorer l'infiltration des eaux et diminuer l'impact topographique.

References :

1. Ait Fora, A., 1995. Modélisation spatiale de l'érosion hydrique dans un bassin versant du roc marocain: validation de l'approche géomatique par la sédimentologie, les traceurs radio-actifs et la susceptibilité magnétique des sédiments.
2. Brahim, L.A., Alaoui, F.S., Siteri, H., Tahri, M., 2003. Quantification des pertes en sols dans le bassin-versant Nakhla (Rif septentrional). *Science et changements planétaires/Sécheresse* 14, 101–106.
3. DREF, du N.-E., 2007. Etude d'aménagement du bassin versant d'Oued Beht en amont du barrage El Kansera.
4. El Bouqdaoui, K., 2007. Approche méthodologique de l'évaluation du risque potentiel d'érosion des sols du bassin versant du Srou (Moyen Atlas, Maroc) à l'aide de la télédétection et du SIG.
5. EL Idrissi.R, 1986. Etude des sols en vue de la mise en valeur agricole-Province de Khénifra. Projet de développement agricole intégré. Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire, Institut National de la Recherche Agronomique, D. P. A., Khénifra, Maroc. Rapport et cartes.
6. Elbouqdaoui, K., Ezzine, H., Zahraoui, M., Rouchdi, M., Badraoui, M., 2006. Évaluation du risque potentiel d'érosion dans le bassin-versant de l'oued Srou (Moyen Atlas, Maroc). *Science et changements planétaires/Sécheresse* 17, 425–431.
7. Goor.f, 2005. L'érosion hydrique des sols dans la région wallonne (année 2005) chapitre 11 les sols et l'environnement terrestre, <http://environnement.wallonie.be>.
8. Lahlou, A., 1977. Dégradation spécifique des bassins versants au Maroc. Rabat: Rapport n°1000.Ministère de l'équipement et de la promotion nationale, Direction de l'hydraulique, Division exploitation, service de gestion des eaux ; 161 p.
9. Lufafa, A., Tenywa, M., Isabirye, M., Majaliwa, M., Woomer, P., 2003. Prediction of soil erosion in a Lake Victoria basin catchment

- using a GIS-based Universal Soil Loss model. *Agricultural systems* 76, 883–894.
10. Manrique, L.A., 1988. Land erodibility assessment methodology (LEAM): using soil survey data based on soil taxonomy. Editorial and Publication Shop.
 11. Marzouki, T., 1992. Diagnostic de l'envasement des grands barrages au Maroc. *Revue marocaine du génie civil* 38: 46-50.
 12. Moore, I.D., Wilson, J.P., 1992. Length-slope factors for the Revised Universal Soil Loss Equation: Simplified method of estimation. *Journal of soil and water conservation* 47, 423–428.
 13. Rango, A., Arnoldus, H.M.J., 1987. Aménagement des bassins versants. *Cahiers techniques de la FAO* 1–11.
 14. Renard, K.G., Foster, G.R., Wessies, G.A., Mc Cool, D.K., Yoder, D.C., 1996. Predicting soil erosion by water : a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). US Dept. Agric. Handbook 703, 384 p. US Dept. Agric. Handbook 703, 384 p.
 15. Wischmeier, Smith, D.D., 1978. Predicting rainfall erosion losses-a guide to conservation planning. *Predicting rainfall erosion losses-a guide to conservation planning*.
 16. Wischmeier, W.H., Smith, D.D., 1978. Predicting rainfall erosion losses-a guide to conservation planning. *Predicting rainfall erosion losses-a guide to conservation planning*.
 17. Yjjou, M., Bouabid, R., El Hmaidi, A., Essahlaoui, A., El Abassi, M., 2014. Modélisation de l'érosion hydrique via les SIG et l'équation universelle des pertes en sol au niveau du bassin versant de l'Oum Er-Rbia. *The International Journal Of Engineering And Science (IJES)* 3, 83–91.
 18. Zingg, A.W., 1940. Degree and length of land slope as it affects soil loss in run-off. *Agric. Engng.* 21, 59–64.
 19. Zouagui, A., Sabir, P.M., Naimi, P.M., Chikhaoui, P.M., Benmansour, M., 1977. Modelisation Du Risque D'érosion Hydrique Par L'équation Universelle Des Pertes En Terre Dans Le Rif Occidental: Cas Du Bassin Versant De Moulay Bouchta (Maroc). *European Scientific Journal* January 2018 edition Vol.14, No.3 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431.

Evaluation de la Vulnérabilité à l'Inondation des Communes à Proximité des Grandes Villes Ouest Africaines : Cas de la Commune de Bingerville (Est d'Abidjan – Côte d'Ivoire)

Anowa Evrade Larissa Eba

Gabriel Etienne Ake

D'abila Françoise Gouadou

Univertité Félix Houphouët-Boigny, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Laboratoire des Sciences du Sol, de l'Eau et des Géomatériaux (LSSEG), Abidjan, Côte d'Ivoire

Jeanpatrice Jourda

Univertité Félix Houphouët-Boigny, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Laboratoire des Sciences du Sol, de l'Eau et des Géomatériaux (LSSEG), Abidjan, Côte d'Ivoire

Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection (CURAT), UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Abidjan, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n14p277](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p277)

Submitted: 14 January 2021

Accepted: 10 March 2021

Published: 30 April 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Eba A.E.L., Ake G.E., Gouadou D.F. & Jourda J. (2021). *Evaluation de la Vulnérabilité à l'Inondation des Communes à Proximité des Grandes Villes Ouest Africaines : Cas de la Commune de Bingerville (Est d'Abidjan – Côte d'Ivoire)*. European Scientific Journal, ESJ, 17(14), 277. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p277>

Resume

Cette étude vise à mettre en évidence des zones potentiellement inondables ou à risque d'inondation dans la commune de Bingerville (à l'Est du district d'Abidjan) dans un contexte d'urbanisation rapide et non maîtrisée, en vue d'une gestion intégrée et durable de son espace. La démarche méthodologique utilisée a consisté à combiner les techniques de l'analyse multicritère, et les systèmes d'informations géographiques. Cinq paramètres que sont: la pente, l'occupation du sol, la densité de drainage, la densité de population et les facteurs environnementaux anthropiques ont été utilisés dans cette étude. Ensuite, des poids ont été assignés à ces paramètres par

l'application de la méthode d'analyse multicritère de Saaty (AHP). La carte de vulnérabilité, a été obtenue par la combinaison des cinq paramètres à travers un SIG, et elle révèle cinq classes (très faible, faible, moyenne, fort et très forte). Les résultats montrent que la commune de Bingerville est moyennement vulnérable à l'inondation. Cependant, certains quartiers situés principalement au centre de la commune et en zones périphériques et certains villages situés en bordure de lagune tels que Anan et Akandjè présentent de fortes vulnérabilités à l'inondation. Cette information scientifique oriente des prises de décisions par les autorités en charge de la gestion de la commune dans la prévention et la prise en charge des crises d'inondation.

Mots clés : Evaluation, Vulnérabilité, Inondation, Bingerville, Abidjan

Flood Vulnerability Assessment of Communes in the Vicinity of Large West African Cities: Case of Bingerville Commune (East of Abidjan - Côte d'Ivoire)

Anowa Evrade Larissa Eba

Gabriel Etienne Ake

D'avila Françoise Gouadou

Univertité Félix Houphouët-Boigny, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Laboratoire des Sciences du Sol, de l'Eau et des Géomatériaux (LSSEG), Abidjan, Côte d'Ivoire

Jeanpatrice Jourda

Univertité Félix Houphouët-Boigny, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Laboratoire des Sciences du Sol, de l'Eau et des Géomatériaux (LSSEG), Abidjan, Côte d'Ivoire
Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection (CURAT), UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Abidjan, Côte d'Ivoire

Abstract

This study aims to highlight potentially floodable areas or areas at risk of flooding in the town of Bingerville (East of the district of Abidjan) in a context of rapid and uncontrolled urbanization, for an integrated and sustainable management of its space. The methodological approach used consisted in combining the techniques of multicriteria analysis, and geographic information systems. Five parameters including slope, land use, drainage density, population density and anthropogenic factors were used in this study. Then, weights were attributed to these parameters through Saaty's

multi-criteria method (AHP). The vulnerability to flood was categorized into five classes (very low, low, medium, high and very high) by using GIS. The results show that the commune of Bingerville is moderately vulnerable to flooding. However, some neighborhoods located mainly in the center of the commune and in peripheral areas and some villages located on the edge of the lagoon such as Anan and Akandjé are highly vulnerable to flooding. This scientific information is used to guide decision-making by the authorities in charge of managing the commune in the prevention and management of flood crises.

Keywords: Assessment, Vulnerability, Flood, Bingerville, Abidjan

Introduction

Ces dernières années, à l'instar des autres continents, de violentes inondations ont été signalées dans de nombreux pays africains. C'est le cas du Burkina Faso, du Mali, de la Mauritanie, du Niger et du Sénégal qui, en 2003 ont été touchés par des inondations causant la mort de plusieurs dizaines de personnes et la perte des récoltes (Nouaceur, 2015).

La Côte d'Ivoire ne reste pas en marge de ces catastrophes. En effet, ses villes ont été affectées par des inondations d'origines diverses ces deux dernières décennies. En 2018, les fortes pluies ont causé la mort de 20 personnes dans le pays et coûté près de 18 milliards de pertes et de dommages (Jeune Afrique, 2020). De la période de 2009 à 2014, il a été dénombré au total 74 décès occasionnés par les inondations dans le District d'Abidjan (Koffi et al., 2014). Egalement, selon le bilan du plan National en 2020, à la date du 21 juin, dans la seule ville d'Abidjan, on enregistrait près de 721 ménages sinistrés, soit 3605 personnes affectées, 9 blessées et 19 décès. Selon Chérif (2014), ces catastrophes seraient causées par des phénomènes naturels liés aux changements climatiques dont la montée des eaux de mer comme le cas du quartier de Gonzagueville au Sud de la ville d'Abidjan. Parallèlement aux effets naturels, la population à travers les constructions anarchiques dans les bassins d'orage et sur le réseau d'assainissement contribue à la mise en place des zones inondables à travers le comblement progressif des ouvrages de collecte des eaux à ciel ouvert, par des dépôts solides de toutes sortes, empêchant ainsi le drainage des eaux pluviales (Koffi et al., 2014). De même, l'urbanisation rapide de la ville d'Abidjan, avec son corolaire de problèmes de logement et de nuisances sonores, motive les populations à s'orienter vers les nouvelles communes huppées en périphérie comme Bingerville qui est en plein essor. Ainsi, d'après l'INS (2014), le taux d'accroissement annuel moyen enregistré à Bingerville entre 1998 et 2014, est de 3,2%. Malheureusement, selon les agents du service technique de la mairie de Bingerville, certains promoteurs immobiliers, ou particuliers, construisent

dans les ravins, cuvettes sans aménagement préalable et sans tenir compte du plan de construction des villes préétabli par l'Etat de Côte d'Ivoire. Fort de ce constat, la présente étude a été entreprise dans l'optique de mettre en évidence les zones potentiellement vulnérables à l'inondation dans la commune de Bingerville afin de faciliter la prise de décision pour la sécurité des biens et des populations.

I. Cadre General de la Zone d'étude

D'une superficie de 10 200 km², Bingerville est une commune du Sud de la Côte d'Ivoire située précisément à l'Est de la ville d'Abidjan, entre les latitudes 5°16' et 5°25' N et les longitudes 3°43' et 3°55' W. Elle est limitée au Sud par les communes de Port-Bouët et de Grand-Bassam, à l'Est par la préfecture d'Alépé, au Nord par la commune d'Anyama et à l'Ouest par la commune de Cocody. Ses limites naturelles sont la lagune Ebrié au Sud, et les lagunes Aghien et Potou respectivement au Nord-ouest et au Nord-est (Figure 1).

Sur le plan démographique, la population de Bingerville est estimée à 91 319 habitants, selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH, 2014). La commune de Bingerville se trouve dans le bassin sédimentaire émergé constitué par un manteau plus ou moins épais de sables, d'argiles, de sables argileux et de grès ferrugineux qui recouvrent les dépôts anciens (Assalé et *al.*, 2012). Elle est traversée par un vaste système lagunaire constitué des lagunes Ebrié, Aghien et Potou.

La pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de 1720,7 mm sur la période 1960 à 2014 selon la Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire, Aéronautique et Météorologique (SODEXAM), avec une évapotranspiration réelle de 979,19mm, soit 56,91% de la lame d'eau tombée. Environ 43,09% des pluies tombées ruissellent vers les lagunes. Aussi, le regain pluviométrique observé cette dernière décennie associé à l'urbanisation rapide et non réglementée sont à l'origine de ce fort ruissellement urbain, provoquant des inondations pendant les mois pluvieux de mai et juin (Tah et *al.*, 2018).

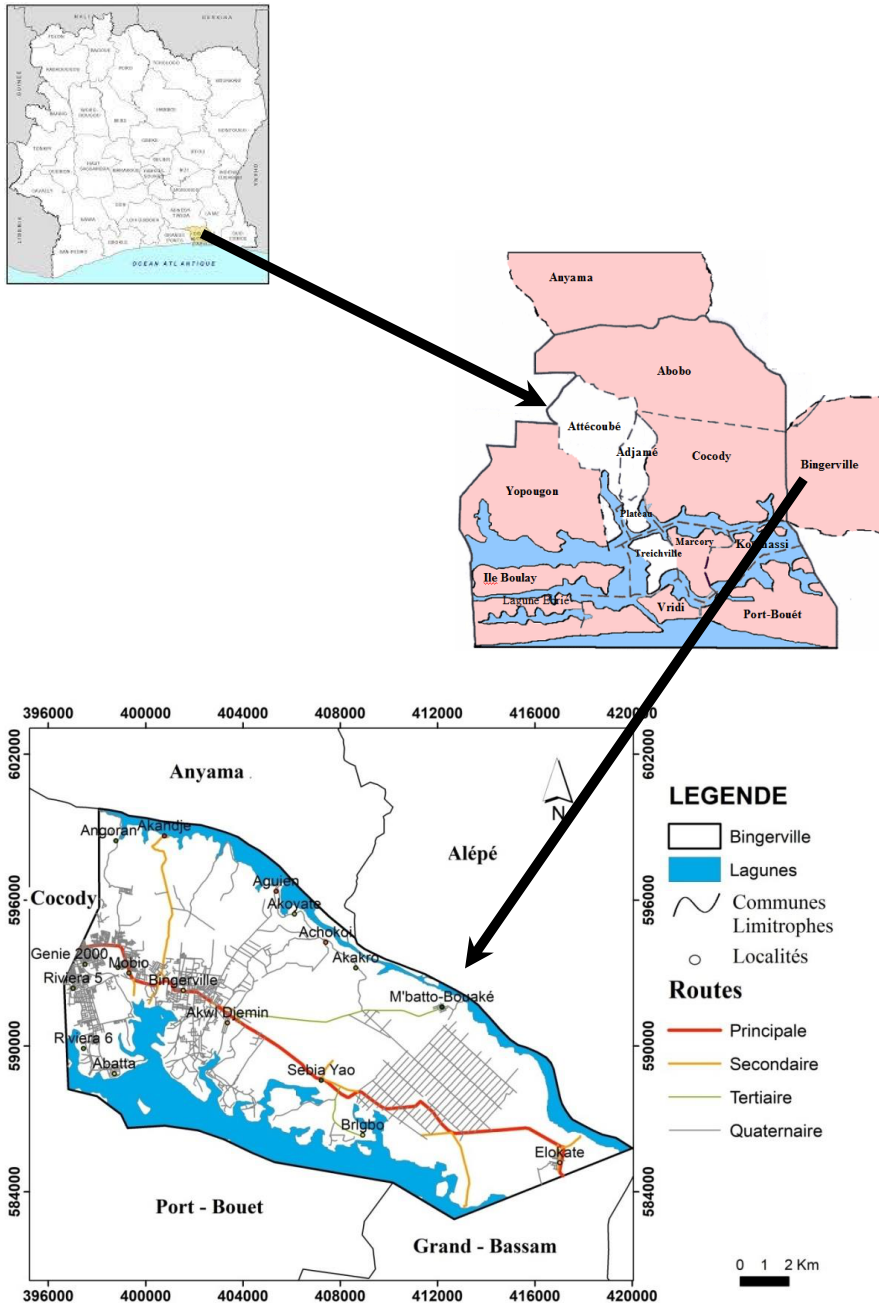


Figure 1: Localisation de la zone d'étude

II. Matériel et Methode

II.1 Données

La mise en place d'une base de données a été nécessaire pour mener à bien cette étude. Ces données utilisées sont :

- une image satellitaire Landsat OLI 8 de résolution 30m, datant du 28 décembre 2018, et téléchargée à l'adresse : <https://earthexplorer.usgs.gov>. Elle a permis d'établir la carte d'occupation du sol ;
- le Model Numérique de Terrain (MNT) de résolution 30m couvrant la Côte d'Ivoire. Elle a permis d'établir la carte des pentes et de densité de drainage de la zone d'étude ;
- les résultats du recensement des populations de 1998 et 2014 de la commune de Bingerville qui a permis d'établir la carte de densité de la population.

Les logiciels utilisés pour le traitement de ces données sont ENVI 5.1 pour le traitement des images satellitaires et ArcGIS 10.4 pour l'établissement des différentes cartes.

II.2 Approche Méthodologique

L'approche méthodologique utilisée dans cette étude est basée sur les investigations socio-environnementales dominées par des observations de terrains, la cartographie, l'analyse multicritère et les SIG.

II.2.1 Investigation socio-environnementale

Elle a été effectuée dans le mois de mai 2019, avant les fortes pluies. Elle a consisté à identifier les différents quartiers de la commune de Bingerville et observer les zones les plus susceptibles d'être inondées en se basant sur leur topographie (zone de bas-fonds).

II.2.2 Spatialisation des zones à risque d'inondation et potentiellement inondables

La méthodologie utilisée pour cartographier la vulnérabilité à l'inondation dans la commune de Bingerville est basée sur la méthode d'analyse hiérarchique multicritère (AHP) développée par Saaty (1984). Plusieurs auteurs dont : Danumah, (2013), Yeo (2017), Balliet (2017) l'ont utilisé pour l'analyse des risques d'inondation. D'après Mulders (2001) l'utilisation d'une approche multicritère permet la prédiction spatiale des mouvements superficiels (glissements de terrain, fluages, inondations etc.) et l'application d'analyses multiples aboutit à des cartographies thématiques fiables.

Cette méthodologie comporte cinq étapes à savoir :

- identification et hiérarchisation des critères ;
- classification et standardisation des critères ;
- pondération des critères ;

- calcul de l'indice de cohérence IC ;
- agrégation des critères à travers un SIG.

II.2.2.1. Identification des critères naturels et anthropiques

Pour des raisons de disponibilité des données et de l'état d'urbanisation intense de la zone d'étude, les critères ou facteurs suivants sont utilisés pour la cartographie de la vulnérabilité à l'inondation de la zone d'étude. Il s'agit de : l'occupation du sol, la pente topographique, la densité de drainage, la densité de population et les facteurs environnementaux anthropiques.

- Occupation du sol (OS)

L'occupation du sol joue un rôle prépondérant dans le ruissellement des eaux. Le système racinaire améliore la perméabilité du sol, le feuillage protège le sol de l'impact de la pluie et diminue le phénomène de battance (Musy et Soutter, 1991 ; Haouchine et *al.*, 2010). Par ailleurs, le couvert végétal permet aussi le confinement de l'eau en-dessous de sa zone de couverture, diminuant ainsi le taux d'évaporation directe. Une terre nue ou imperméabilisée aura tendance à faire augmenter le ruissellement et l'érosion (Douay et Lardieg, 2010).

La figure 2 ci-dessous présente les différentes occupations du sol de la zone d'étude.

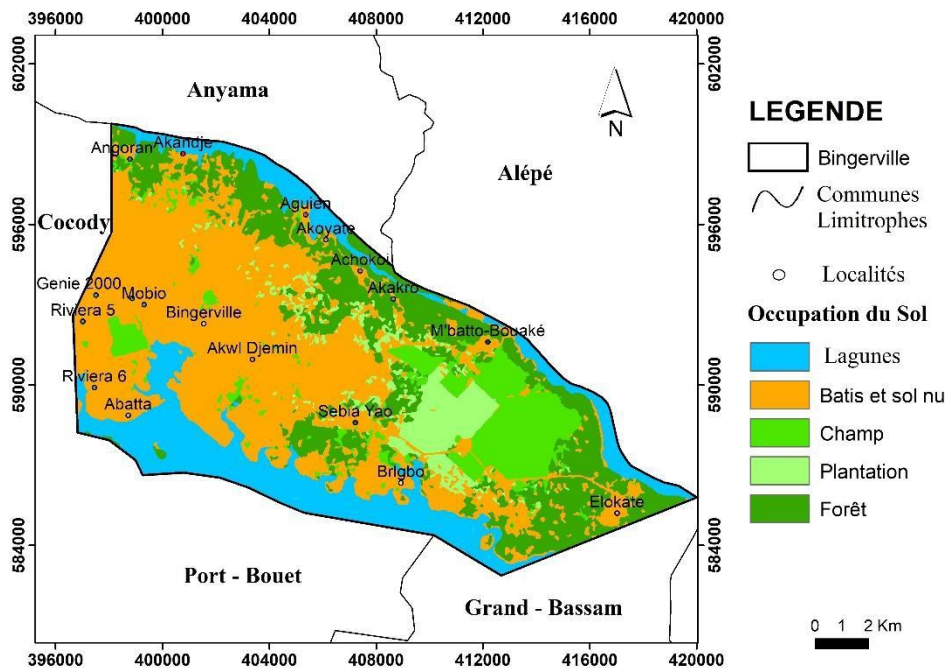


Figure 2: Carte de l'occupation du sol de la commune de Bingerville

- **Pente (P)**

La pente est une caractéristique géomorphologique qui a une influence sur l'écoulement superficiel de l'eau dans une zone donnée. En définitif, elle traduit les zones potentiellement favorables au ruissellement ou à l'infiltration avec le réseau hydrographique pris comme représentatif de la réalité de la répartition du ruissellement (Koffi, 2016).

La carte des pentes est générée à partir du modèle numérique de terrain (MNT) de la zone d'étude extrait à partir de celle de la Côte d'Ivoire. Puis l'utilisation de l'outil "Slope" dans le logiciel ArcGIS permet de mettre en évidence les pentes qui sont par la suite classées grâce à l'outil "reclassify".

La figure 3 présente les différentes pentes obtenues dans la zone d'étude.

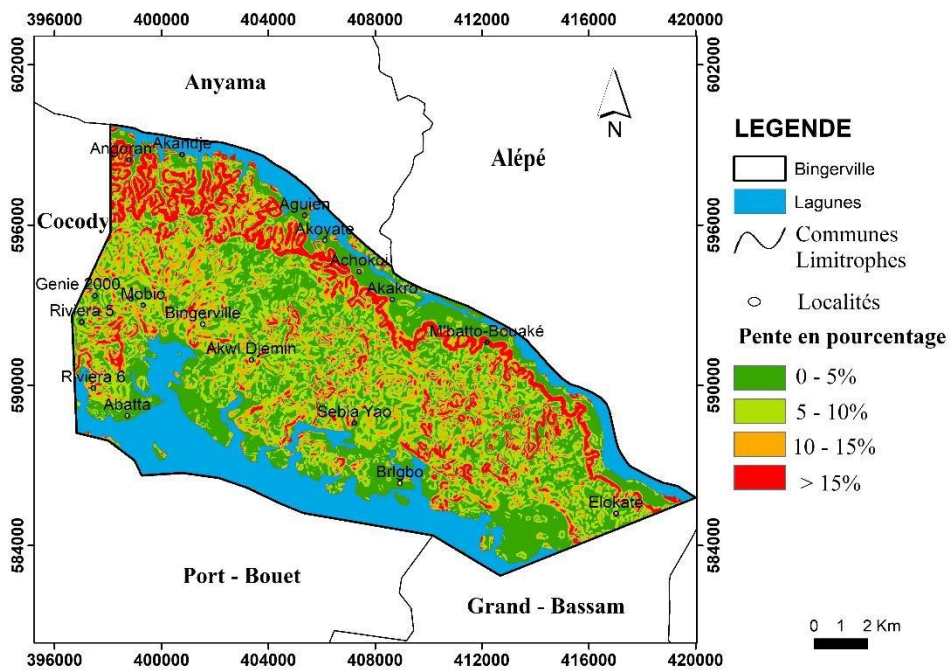


Figure 3 : Carte des pentes de la commune de Bingerville

- **Densité de drainage (DD)**

La densité de drainage dépend de la géologie (structure et lithologie) et des caractéristiques topographiques de la zone étudiée. Elle est liée à la densité de réseau hydrographique.

En effet, plus le réseau hydrographique est dense, plus le phénomène de ruissellement est intense donc l'infiltration est faible (Koffi, 2016). La carte de densité de drainage est réalisée sur la base du réseau hydrographique de la

zone d'étude sur lequel l'outil "Line density" du logiciel ArcGis est appliqué. La figure 4 permet de mettre en évidence le drainage de la zone.

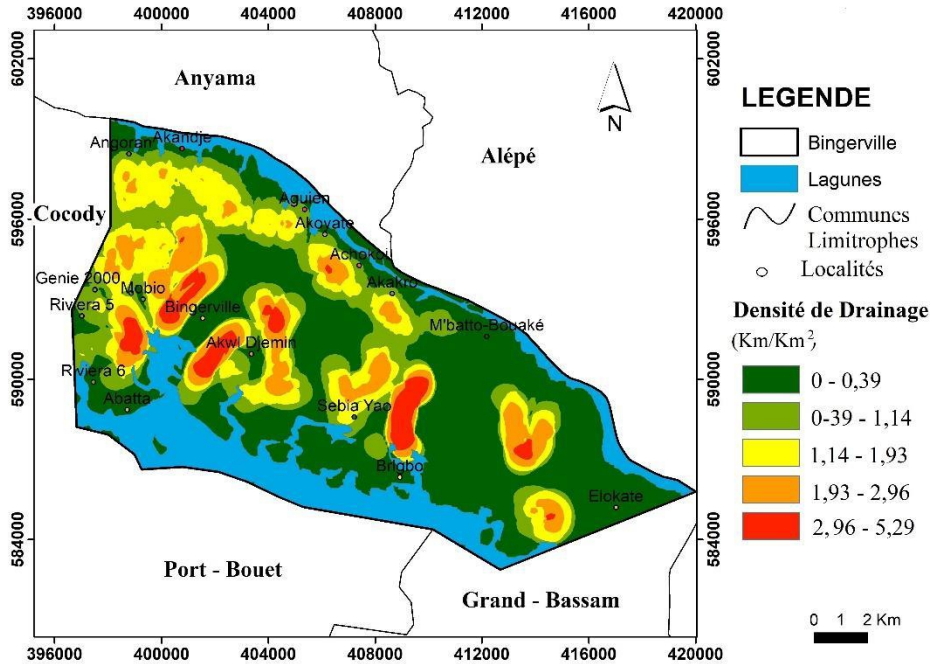


Figure 4: Carte de densité de drainage de la commune de Bingerville

- Densité de population (DP)

La démographie est un facteur qui intervient dans le phénomène d'inondation. En effet, le fait qu'une zone soit fortement peuplée indique une réduction de la végétation, qui fait place aux infrastructures de toutes sortes.

La carte de densité de population est obtenue à partir des données de recensement de la population (RGPH, 2014) dans chaque quartier et village de ladite commune. En effet, ces données ont été introduites dans le logiciel ArcGIS puis interpolées afin de mettre en évidence le nombre d'habitants par Km² (figure 5).

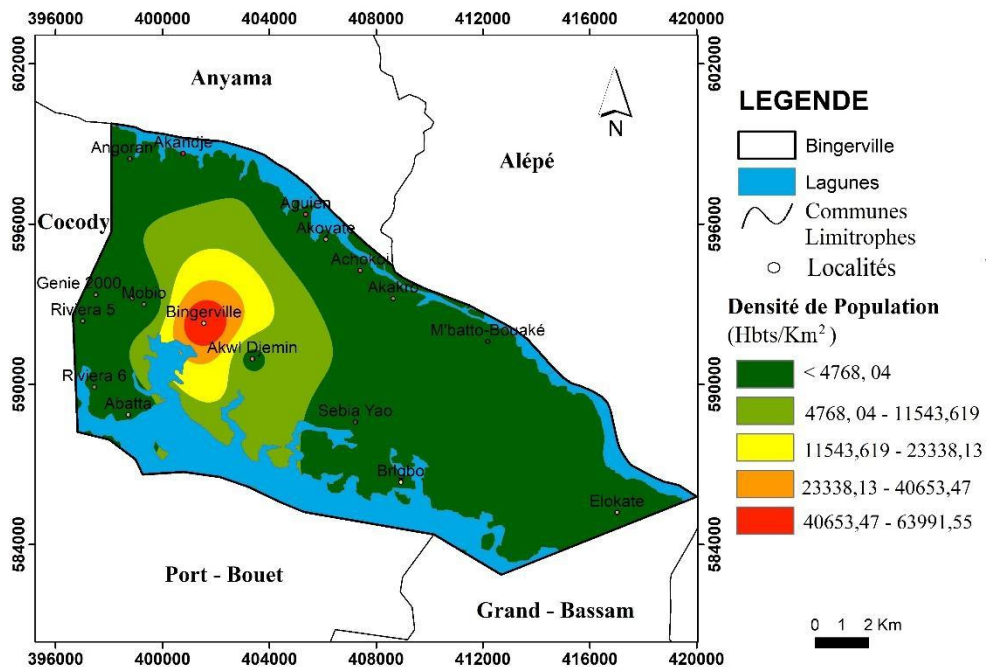


Figure 5: Carte de densité de population de la commune de Bingerville

- Facteurs environnementaux anthropiques (FEA)

L'augmentation de la démographie de la commune de Bingerville (56356 habitants en 1998 à 91319 habitants en 2014) entraîne nécessairement l'intensification de l'urbanisation, d'où l'accentuation des facteurs environnementaux anthropiques intervenant dans le phénomène d'inondation. Ce sont entre autres :

- la dégradation du réseau de drainage ;
- les dépôts sauvages d'ordures ;
- les constructions anarchiques en particulier dans les zones marginales (bas-fonds, cuvettes et marécages).

Le comportement des populations qui favorise l'inondation est leur capacité à s'installer dans les bas-fonds et sur les canalisations d'eaux pluviales. Aussi lorsque les populations utilisent les canalisations d'eaux pluviales pour le drainage des eaux usées domestiques, cela entraîne un débordement de celles-ci.

La carte des facteurs environnementaux anthropiques a été obtenue à la suite d'une enquête géographique réalisée pour collecter des données pouvant occasionner les inondations. Elle s'est effectuée du 16 au 26 septembre 2019.

Elle a consisté à une prise de coordonnées de certains facteurs environnementaux anthropiques choisis (dépôts sauvages d'ordures, réseau de drainage, infrastructures routières), à une description de ceux-ci, ainsi qu'à la rencontre faite avec des agents du service technique de la mairie de la commune.

La figure 6 montre la répartition des différents facteurs anthropiques recensés.

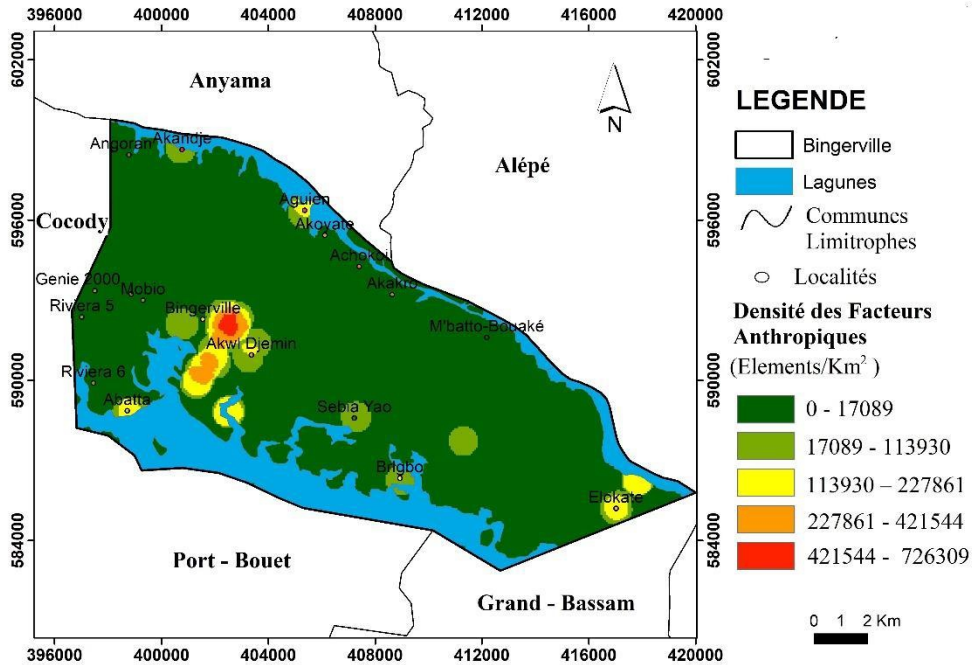


Figure 6: Carte de densité des facteurs anthropiques de la commune de Bingerville

Une fois définis, les facteurs ont été organisés en niveaux homogènes selon le principe de construction hiérarchique.

II.2.2.2 Classification et standardisation des critères identifiés

Les critères étant mesurés sur des échelles différentes, avec des unités différentes, une standardisation de ceux-ci s'impose pour une bonne analyse multicritère.

En effet, dans le cadre de l'étude de la recharge potentielle des aquifères, une échelle des cotes a été élaborée par Haouchine et *al.*, (2010) afin d'estimer les cotes des différents critères de façon homogène, sur la base des plages de variation des critères proposés (Tableau I).

Tableau 1: Echelle d'évaluation des différents facteurs (Haouchine et al., 2010)

Classes	Très Forte	Forte	Forte à Moyenne	Moyenne à Faible	Faible	Très Faible
Cotes	10	8	6,5	5	3,5	2

Pour la présente étude, nous avons adapté cette échelle à la classification intra paramétrique pour l'inondation. Ce qui suppose que les valeurs de cote attribuées aux classes très fortes dans l'évaluation de Haouchine et al., (2010) seront attribuées aux classes de cote plus faibles dans cette étude et vis-versa. Ainsi, les classes des différents facteurs ou critères sont codifiées en fonction de leur importance à favoriser les inondations ou non. Par exemple, dans le cas de la densité de drainage, les cotes élevées désigneront les zones faiblement drainées et les cotes faibles désigneront celles fortement drainées. En outre, les intervalles de valeurs des classes ont été obtenues pour certains à partir du logiciel utilisé (Pente, Facteurs Environnementaux Anthropiques etc.) et pour d'autres fixées par l'auteur (Occupation du Sol) (Tableau II).

Tableau II : Récapitulatif des classes, et cotes attribuées aux différents facteurs

Facteurs	Classes	Intensité du phénomène	Cotes
Occupation du Sol (OS)	Forêt	Très faible	1
	Plantations	Faible	2
	Champs	Moyen	5
	Bâti et sol nu	Fort	8
	Lagunes	Très fort	10
Pente (%)	0 - 5%	Faible	8
	5 - 10%	Moyen	5
	10 - 15%	Fort	2
	> 15%	Très fort	1
Densité de drainage (Km/Km ²)	0 - 0,39	Très faible	10
	0,39 - 1,14	Faible	8
	1,14 - 1,93	Moyen	5
	1,93 - 2,96	Fort	2
	2,96 - 5,29	Très fort	1
Densité de population (Hbts/Km ²)	< 4768,04	Très faible	1
	4768,04 - 11543,619	Faible	2
	11543,619 - 23338,13	Moyen	5
	23338,13 - 40653,47	Fort	8
	40653,47 - 63991,55	Très fort	10
Densité des facteurs environnementaux (Elements/Km ²)	0 - 17089	Très faible	1
	17089 - 1113930	Faible	2
	113930 - 227861	Moyen	5
	227861 - 421544	Fort	8
	421544 - 726309	Très fort	10

II.2.2.3. Pondération des facteurs par analyse multicritère de Saaty

II.2.2.3.1. Réalisation des combinaisons binaires

La méthode de Saaty (1977), utilisée par plusieurs auteurs dont El Morjani (2002); Eba et *al.*, (2013); Ake et *al.*, (2019) est exploitée dans cette étude. C'est une méthode de comparaison par paire à travers le Processus d'Analyse Hiérarchique (Analytical Hierarchy Process, AHP).

Il s'agit de comparer l'importance relative de tous les facteurs retenus pris deux à deux pour configurer une matrice carrée réciproque. Cette comparaison se fait sur la base d'une échelle numérique de 9 niveaux de comparaison par paire (Saaty, 1977). Lorsque deux paramètres ont la même importance dans le phénomène étudié, l'échelle de Saaty leur donne la valeur de "1". Cependant, si un paramètre est plus important que l'autre, alors il prend une valeur supérieure comprise entre 1 et 10 et l'autre, l'inverse de cette valeur.

Cette méthode permet de produire des coefficients de pondération standardisés dont la somme est égale à "1". La matrice issue de la comparaison par paire des différents facteurs est résumée dans le tableau III.

Tableau III: Matrice issue de la comparaison des facteurs (Matrice originale)

	OS	P	DD	FE	DP
OS	1,00	3,00	5,00	7,00	9,00
P	1/3	1,00	3,00	5,00	7,00
DD	1/5	1/3	1,00	3,00	5,00
FE	1/7	1/5	1/3	1,00	3,00
DP	1/9	1/7	1/5	1/3	1,00
Total ($\sum a_i$)	1,78	4,67	9,53	16,33	25

Les comparaisons par binaire sont alors analysées pour calculer les coefficients de pondération (Cp) ou "poids" des différents critères. Aussi, une vérification de la cohérence des jugements (cohérence logique) est-elle effectuée.

II.2.2.3.2. Détermination des différents coefficients de pondération (Cp) et vérification de la cohérence logique

Le coefficient de pondération de chaque facteur correspond à l'intensité de son impact dans l'étude de la vulnérabilité à l'inondation. Leur détermination se fait en deux étapes :

Etape 1: Déterminer le Vecteur propre (V_p) de chaque facteur

$$V_p = \sqrt[k]{w_1 x_1 \dots \dots \dots x_k w_k} \quad (1)$$

Avec w_1, w_2, \dots, w_k , les différentes valeurs attribuées aux différents facteurs lors de leur comparaison et k le nombre de paramètres comparés.

Etape 2: Calculer le Coefficient de pondération (Cp) de chaque facteur :

$$Cp = \frac{Vp}{\sum Vp} \quad (2)$$

Avec Vp le Vecteur Propre du facteur dont on veut calculer le Cp et $\sum Vp$, la somme de tous les vecteurs propres calculés.

La somme des Cp de tous les paramètres d'une matrice doit être égale à 1.

Avant la détermination des différents coefficients de pondération, la cohérence des jugements doit être vérifiée afin de valider les priorités obtenues. Etant donné que cette méthode repose sur la subjectivité, les situations de cohérence parfaite sont rares.

En effet, La cohérence logique est un ratio qui permet de vérifier ou de valider la cohérence de la matrice originelle. Ce ratio peut être interprété comme la probabilité que la matrice soit complétée d'une manière aléatoire.

Dans le cas où la valeur du Ratio de Cohérence dépasse 10%, les appréciations peuvent exiger certaines révisions (Saaty,1980). Ainsi, le Ratio de Cohérence est donné par l'équation suivante :

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad (3)$$

Avec : IC = Indice de Cohérence et IA = Indice Aléatoire

Les valeurs de IA sont données en fonction du nombre de facteurs comparés et ces valeurs ont été déjà déterminées par Saaty. Le tableau IV, présente ces différentes valeurs.

Tableau IV: Indices aléatoires en fonction du nombre d'éléments comparés (Saaty, 1977)

Nombre de critères	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IA	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51

Dans le cadre de cette étude, IA = 1,12 correspondant à 5 facteurs comparés.

Connaissant IA, la détermination de IC qui selon la méthode AHP indique la probabilité que les estimations ont été aléatoirement assignées suit les étapes suivantes :

- étape 1 : normaliser la matrice originale en divisant chaque élément d'une colonne par la somme de cette colonne ;
- étape 2 : faire la moyenne de chaque ligne pour déterminer le vecteur prioritaire [C] ;
- étape 3 : multiplier chaque colonne de la matrice par le vecteur prioritaire lui correspondant pour déterminer la priorité globale [D] ;

- étape 4 : diviser chaque priorité globale par le vecteur prioritaire lui correspondant afin de déterminer la priorité rationnelle [E] ;
- étape 5 : déterminer la moyenne des priorités rationnelles ($\lambda \max$) ;

$$\lambda \max = \frac{[E]}{k} \quad (4)$$

- étape 6 : calculer l'Indice de Cohérence (IC) : $IC = \frac{\lambda \max - k}{k - 1}$ (5)

On déduit enfin le Ratio de Cohérence qui est égale : $RC = \frac{IC}{Ia}$ (6)

Selon les calculs effectués, le $RC < 10\%$ (car $Rc = 4\%$). Par conséquent, le raisonnement utilisé pour la matrice est cohérent.

Tous les résultats obtenus sont consignés dans le tableaux V:

Tableau V: Résultats des différents calculs effectués

	OS	P	DD	FE	DP	Cp	•	Σlig	E	C	$\lambda \max$	IC	RC
OS	0,56	0,65	0,52	0,43	0,36	0,51		2,52	5,26	0,54	5,19	0,05	0,04
P	0,19	0,21	0,32	0,31	0,28	0,26		1,31	5,18	0,28			
DD	0,11	0,07	0,10	0,18	0,2	0,13		0,66	5,19	0,13			
FE	0,08	0,04	0,04	0,06	0,12	0,06		0,34	5,13	0,06			
DP	0,06	0,03	0,02	0,02	0,04	0,03		0,17	5,20	0,034			
Σ col	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		5,00	25,96	1			

II.2.2.3.3 Agrégation des facteurs

Elle consiste en la sommation des valeurs standardisées et pondérées de chaque facteur ou critère intervenant dans l'élaboration de l'indicateur donné. On peut résumer cette approche par la formule suivante :

$$S = \sum_{i=2}^n Wi Xi$$

(Eq 7)

S : résultat;

Wi: poids du facteur i ;

Xi: valeur standardisée du facteur i

La carte de vulnérabilité est ainsi obtenue à partir de la formule suivante

$$Carte\ de\ Vulnérabilité = 0,51 \times (OS) + 0,26 \times (P) + 0,13 \times (DD) + 0,06 \times (FA) + 0,03 \times (DP)$$

(Eq 8)

Pour chaque paramètre, le poids (Cp) est multiplié par les différentes cotes correspondantes. Ce calcul est effectué avec l'outil " Raster Calculator "

du sous module " Map Algebra " du logiciel ArcGIS. Ce calcul permet d'obtenir des intervalles d'indices auxquels des classes de vulnérabilité sont attribuées.

III. Resultats et Discussion

III.1 Carte de vulnérabilité à l'inondation de la commune de Bingerville

La combinaison des cinq critères reclassifiés a permis d'obtenir la carte de vulnérabilité à l'inondation de la commune de Bingerville (Figure7).

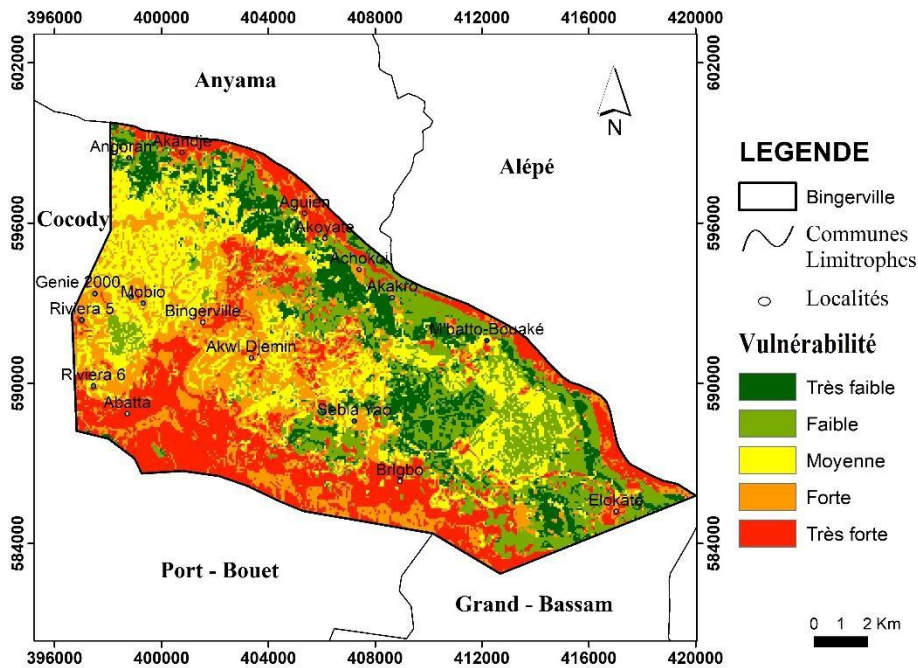


Figure 7: Carte de vulnérabilité à l'inondation de la commune de Bingerville

Cette carte présente cinq classes de vulnérabilité allant de très faible à très forte. L'analyse par classe permet de dire que, les classes de vulnérabilité très faible et faibles sont rencontrées dans certains endroits notamment au Nord et à l'Est et partiellement au Sud-Ouest de la commune. Elles représentent respectivement 11,59% et 20,70% de la superficie de la commune. Elles correspondent aux zones de pentes fortes, de drainage moyen et de forêt prédominante.

La classe de vulnérabilité moyenne occupe environ 21,88% de la superficie de la zone d'étude et est rencontrée dans les parties Ouest, Centre et partiellement à l'Est de la commune. Ce sont des zones de sols nus, ou avec une prédominance de bâtis et ayant des drainages moyens et forts sur des pentes moyennes. Il s'agit en majorité du centre-ville de la commune et de la partie partagée avec la commune de Cocody.

Les classes de vulnérabilité forte et très forte représentent respectivement 22,55% et 23,26% de la superficie totale de la zone d'étude. Elles se situent en majeure partie à l'Ouest de la commune, précisément au niveau du centre-ville de Bingerville, et dans certaines localités bordées par les lagunes. Ces classes correspondent aux zones de faibles à moyennes pentes, de faible densité de drainage, de forte densité des facteurs anthropiques et de population dont la prédominance est composée de bâtis et de sol nu.

En somme, en tenant compte de la répartition des surfaces habitées (le centre-ville, quelques villages et les quartiers partagés avec la commune de Cocody), la commune de Bingerville peut être considérée comme ayant une prédominance de vulnérabilité moyenne à l'inondation.

III.2. Validation de la carte de vulnérabilité à l'inondation

La vulnérabilité à l'inondation de la commune de Bingerville est liée en partie à la perméabilité de son sol et surtout à sa capacité à drainer l'eau. La carte de répartition des perméabilités de la nappe de Bonoua (Hydroexpert, 2000) montre que le sol de Bingerville présente une perméabilité faible dont les valeurs sont comprises entre 2.10^{-4} et 3.10^{-4} m/s, ce qui explique son taux de ruissellement élevé par rapport à celui de l'infiltration (Figure 8).

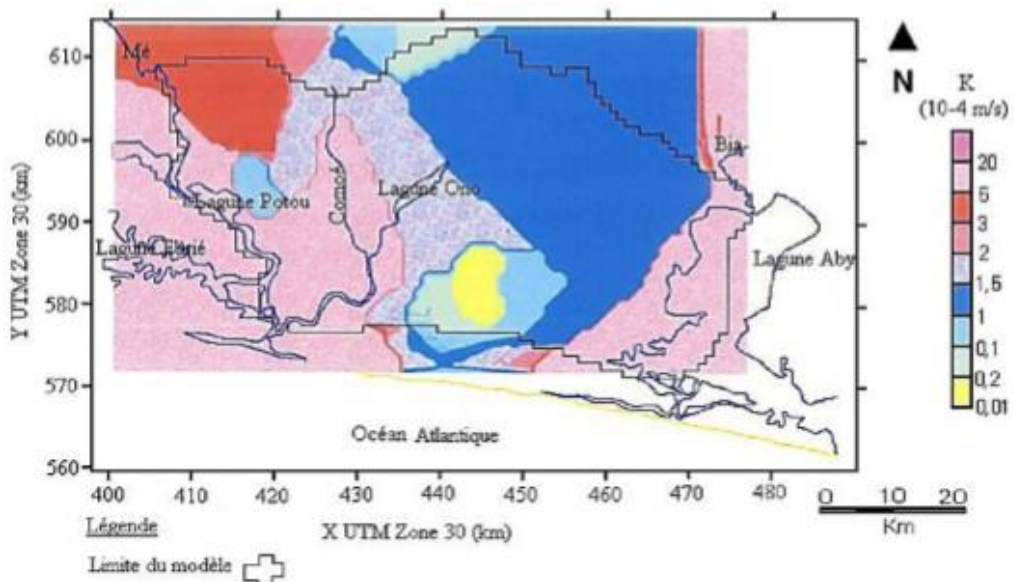


Figure 8: Carte de répartition des perméabilités de la nappe de Bonoua (Hydroexpert, 2000)

L'on remarque que les zones de vulnérabilité forte observées sur la carte de vulnérabilité coïncident avec les zones présentant une densité élevée des facteurs environnementaux (cf. Tableau II). Cette forte vulnérabilité est

aussi observée dans les endroits occupés par les lagunes et dans les localités situées à proximité de celles-ci (Abatta, Bregbo, Eloka Té, Achokoi, Aghien et Akandjé).

III.3. Facteurs anthropiques

Les résultats des investigations socio-environnementales dans la commune indiquent que deux villages (Angorankoi et Abatta) et sept quartiers (Harris, Sicogi 2, Blanchon, Berlin, Gbagba, Korokobougou et EECI) sont potentiellement confrontés aux inondations liées aux facteurs environnementaux. Il s'agit des dépôts sauvages d'ordures sur les voies ou dans les réseaux d'évacuation d'eau avec souvent leur destruction volontaire ou involontaire (réseau dysfonctionnel), les constructions dans les bassins d'orage, ou sur les talwegs de drainage (Figure 9).

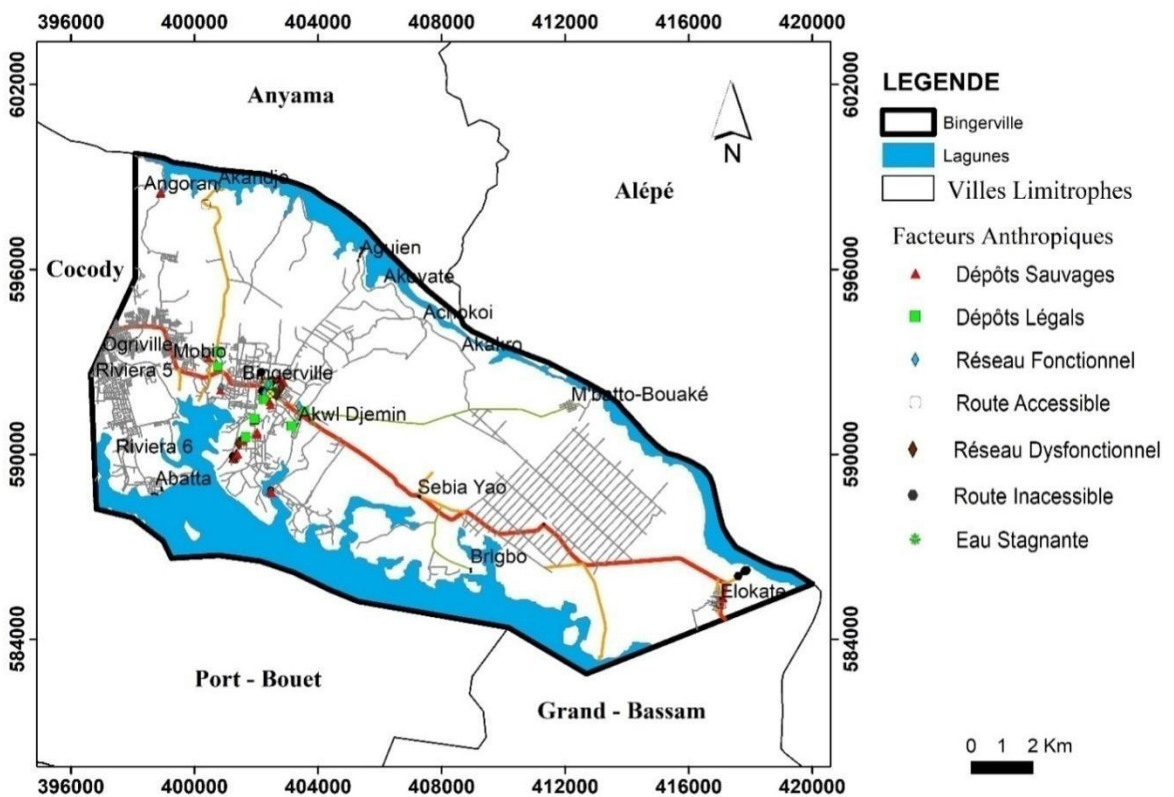


Figure 9 : Distribution spatiale des facteurs environnementaux anthropiques

La figure 9 présente quelques uns de ces facteurs environnementaux anthropiques relevés. Ils sont plus nombreux au niveau du centre-ville (Bingerville, Sicogi 2, etc.) par rapport aux quartiers situés à sa périphérie. Ces facteurs environnementaux qui traduisent le comportement des populations

dans cette commune sont de nature à empêcher la circulation effective des eaux des lits naturels et artificiels occasionnant ainsi des inondations temporelles ou permanentes.

III.4. Discussion

Dans cette étude, l'utilisation de la méthode d'analyse multicritères de Saaty pour la cartographie des zones vulnérables et potentiellement inondables de la commune de Bingerville permet une compréhension plus exhaustive du phénomène étudié. Cependant, elle rencontre des difficultés au niveau de la pondération inter-critère des différents critères choisis et les notes assignées aux différentes classes de ces critères. En effet, la subjectivité des poids et des cotes assignés aux critères dans l'application de l'analyse multicritère est un facteur limitant (Eba et *al.*, 2013). Cette étape peut donc parfois être rendue difficile quand les connaissances sont réduites, et avec la subjectivité que cela comporte. Ensuite, l'analyse multicritère utilisée fait un certain nombre de simplifications selon la logique mathématique. Elle applique implicitement l'hypothèse que tous les critères considérés dans la réalisation d'une carte thématique, sont parfaitement comparables.

Bien que présentant certains challenges, l'analyse multicritère a permis d'assurer la parfaite synthèse des différents facteurs utilisés à savoir : les pentes, la densité de drainage, l'occupation du sol la densité de population et les paramètres environnementaux anthropiques. Cette synthèse a conduit à la production d'informations utiles pour une bonne gestion du phénomène d'inondation. Cette méthode d'analyse multicritère a été utilisée par plusieurs auteurs dans des travaux antérieurs portant sur la vulnérabilité de plusieurs phénomènes environnementaux dont la pollution des ressources en eau, (Jourda et *al.*, (2007), Kouamé (2007), Eba et *al.*, (2013)), la vulnérabilité des terres au risque d'érosion, (Balliet, 2017) et le risque d'inondation, (Danumah (2013), Sorokoby et *al.*, (2013), Balliet (2017), Yéo (2017)).

En outre, les résultats obtenus dans cette étude ont montré que la commune de Bingerville est moyennement vulnérable à l'inondation, dans son ensemble, mais avec, des poches de fortes vulnérabilités observées dans certains quartiers situés principalement au centre-ville, en zones périphériques frontière avec la commune de Cocody et certains villages situés en bordure de lagune tels que Anan, Akandjé et Abatta. Ces résultats concordent avec ceux de Balliet (2017) dans la région de Gôh et de Yéo (2017) dans la commune de Cocody. Les travaux de ces auteurs ont révélé une vulnérabilité moyenne due à la mise à nu des terres, réalisée dans la région de Gôh et par Yéo (2017) dans la commune de Cocody. Ces résultats sont aussi en accord avec ceux obtenus dans les travaux antérieurs de Saley et *al.*, (2005), Abdellah (2008), Aroua et Berezowska-Azzag (2009). Selon ces auteurs, le risque à l'inondation est lié à l'action combinée de nombreux facteurs parmi lesquels l'urbanisation non

contrôlée, l'activité anthropique, l'intensité des pluies, les pentes faibles et l'occupation des sols.

Les résultats des enquêtes socio-environnementales montrent que les zones les plus touchées par les inondations dans la commune de Bingerville sont les quartiers tels que Sicogi 2, Blanchon, EECI, Korokobougou.

Ces zones sont régulièrement affectées lors d'épisodes pluvieux. Cela est dû à leurs situations géographiques et aussi à l'absence de système d'assainissement adéquat. Les villages en bordure de lagunes (Anan, Akandjé, Abatta) quant à eux sont confrontés aux mouvements d'avancée de la lagune ce qui affecte seulement les habitations situées en bordure.

En effet, les résultats de ce travail sont fiables et peuvent être utilisés comme système d'alerte à l'endroit des autorités de la commune. Ils peuvent également guider leurs interventions dans leur prise de décision pour une gestion intégrée et durable des crises d'inondation et de la prévention du phénomène.

Conclusion

La spatialisation des facteurs environnementaux naturels et anthropiques a permis de mieux mettre en évidence et comprendre leurs implications dans le phénomène d'inondation, dans la commune de Bingerville. Cette étude a été possible grâce aux outils de cartographie et de SIG. L'application de la méthode d'analyse multicritère a permis de combiner les cartes d'occupation du sol, de pentes, de densité de drainage, de densité de populations et de densité des facteurs environnementaux anthropiques afin d'obtenir la carte de vulnérabilité à l'inondation de la commune de Bingerville. Cette carte comporte cinq classes de vulnérabilité à savoir : très faible ; faible ; moyenne ; forte ; et très forte.

Au terme de cette étude, il ressort que la commune de Bingerville est moyennement vulnérable à l'inondation dans son ensemble, à cause de son relief qui présente des pentes à certains endroits et l'occupation rationnelle des terrains, facilitant le drainage des eaux pluviales. Cependant, les constructions anarchiques, les ouvrages routiers et les ouvrages de drainage en mauvais état ne permettent pas le bon drainage des eaux à certains endroits (quartiers Blanchon et Sicogi 2).

La carte obtenue constitue un outil d'aide à la décision qui peut ainsi aider les gestionnaires de la commune, afin de prendre d'ordre et déjà des dispositions pour éviter dans un futur proche des catastrophes liées aux inondations telles que connues dans la commune voisine, c'est-à-dire Cocody.

References :

1. Abdellah B. (2008). Risques d'inondation et occupation des sols dans le thore (region de labrugièrre et de mazamet), mémoire présenté pour l'obtention de master I de géographie et aménagement, Institut Daniel Faucher, 75p.
2. Aké G. E., Eba A. E. L., Assi J. J., Kouadio B. H., Biemi J.(2019). Apport des SIG à la délimitation des périmètres de protection autour de la prise d'eau de la SODECI à Aboisso, Sud-Est de la Côte d'Ivoire. *Afrique Sciences* 15 (3) (2019) 234-252, ISSN 1813-548X.
3. Arouna N., Berezowska-Azzag E. (2009). Contribution à l'étude de la vulnérabilité urbaine au risque d'inondation dans un contexte de changement climatique. Cas de la vallée de Oued El Harrach à Alger, Symposium, 20 p.
4. AssaléP., Monde S., Aka K. (2012). Caractérisation lithostratigraphique et petro-sédimentologique des formations tertiaire-quadernaires de la région de Bingerville (Côte d'Ivoire), *Afrique Science : Revue internationale des Sciences et Techniques* 8(2), pp93-112.
5. Balliet René (2017). «Etude des impacts du changement climatique et de la pression anthropique sur l'environnement de la région du gôh (centre-ouest de la côte d'ivoire): analyse de mesures d'adaptation endogène » Thèse de doctorat, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan. 192
6. Chérif S. (2014). Risque climatique et réactivité des populations urbaines vulnérabilisées face à la montée des eaux de mer de Gonzagueville, Abidjan (Côte d'ivoire); (VertigO) la revue électronique en science de l'environnement, Vol 14 N°1, 2014, 16p.
7. Danumah J. H. (2013). Cartographie des zones à risques d'inondations. Apport des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) et de l'imagerie satellitaire. Application au bassin versant de la Davo (SASSANDRA). Mémoire de Master, Université Félix Hophouët Boigny, Abidjan. 77 p.
8. Douay D. et Lardieg E. (2010). Délimitation des Aires d'Alimentation des captages prioritaires du bassin Adour Garonne, Méthodologie de cartographie de la vulnérabilité intrinsèque des captages d'eau superficielle, 28p.
9. Eba A. E. L., Kouame K. J., Jourda J.P., Saley M. B., Ake G. E., Deh Serge K. and Anoh K. A. (2013). Demarcation of Surface Water Protection Perimeters by Using GIS: Case of Gagnoa Reservoir in West Central of Côte d'Ivoire. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 4, Issue 4, pp.1311-1320.

10. El Morjani Z. (2002). Conception d'un système d'information à référence spatiale pour la gestion environnementale ; application à la sélection de sites potentiels de stockage de déchets ménagers et industriels en région semi-aride (Souss, Maroc). Thèse de Doctorat, Université de Genève, Terre et Environnement Vol. 42, 300 p.
11. Haouchine A., Boudoukha A., Fatima Z. H. Et Rachid N. (2010). Cartographie de la recharge potentielle des aquifères en zone aride. Eurojournals, 2010 45 (4), pp 1-13.
12. Hydroexpert (2000). Réalisation d'un modèle hydrodynamique de la nappe Sud-comoé, 51p.
13. 13.INS. (2014). Institut National de la Statistique: Recensement Général de la Population et de l'Habitat, 26 p.
14. Jeune Afrique- Economique (17 Aout 2020). Ville et Climat: Abidjan traque les pluies diluviennes. Dossier article de presse << Comment les villes africaines font face au risque climatique>>.
15. Jourda J. P., Kouame K. J., Adja M. G., Deh S. K., Anani A. T, Efini A. T. et Biemi J. (2007). Evaluation du degré de protection des eaux souterraines : vulnérabilité à la pollution de la nappe de Bonoua (Sud-Est de la Côte d'Ivoire) par la méthode DRASTIC. Acte de conférence Francophone ESRI 10 et 11 octobre-Versailles. 18 p.
16. Kablan M.K.A. (2017). Vulnérabilité et adaptation des populations urbaines aux effets des variations climatiques (température et pluviométrie): analyse de la situation dans la commune de Cocody, Abidjan, côte d'ivoire. Thèse de doctorat, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan. 242 p.
17. Koffi A. B. (2016). Détermination des zones de recharges de la nappe de Bonoua : Approche cartographique et SIG, Mémoire en Science de la Terre, Univ. Abidjan. 70p.
18. Koffi Y.B., Ahoussi K.E., Kouassi A.M., Biémi J. (2014). Ressources minières, pétrolières et gazières de la côte d'Ivoire et problématiques de la pollution des ressources en eau et des inondations, Geo-Eco-Trop. (2014),38, 1, n.s. : pp119-136.
19. Kouamé K.J.(2007). Contribution à la Gestion Intégrée des Ressources en Eaux (GIRE) du District d'Abidjan (Sud de la Côte d'Ivoire) : Outils d'aide à la décision pour la prévention et la protection des eaux souterraines contre la pollution. Thèse de doctorat, Université de Cocody, 229 p.
20. Mulder M. A. (2001). Advance in the application of remote sensing and GIS for surveying mountainous land. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, vol. 3 no 1,p. 3-10.
21. Musy A. Soutter M. (1991). Physique du sol. Presse Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, Suisse, 335p.

22. Nouaceur Z. (2015). les capitales sahéliennes face à la recrudescence des inondations urbaines, *Territorium* N°22 (131-140) ISSN : 0872 - 8941, 2015, 132p.
23. Saaty T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierachical structures. *J. Math. Psychology*, 15, pp. 234-281.
24. Saaty T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority setting, Resource allocation*, McGraw-Hill, New York, 19 p.
25. Saley M.B., Kouamé K.F., Penven M.J., Biémi J. et Kouadio B.H. (2005). Cartographie des zones à risque d'inondation dans la région semi-montagneuse à l'Ouest de la Côte d'Ivoire : Apports des MNA et de l'imagerie satellitaire. *Téledétection*, vol. 5, n° 1-2-3, pp. 53-67.
26. Sorokoby V. M. (2013). Étude hydrologique et hydrogéologique de la région de Soubré (Sud-ouest de la Côte d'Ivoire) dans un contexte de variabilité climatique. *Thèse Unique. Université Félix Houphouët Boigny. Abidjan (Côte d'Ivoire)*, 171 p
27. Tah N. J., Dje K. B., Koli Bi Z., Kangah D. P., Coulibaly K. A., Kouadio Z. A. (2018). Caractérisation du ruissellement dans le district d'Abidjan, (*Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé*) Journal Home, Vol 20 N° 2.
28. Yeo D. (2017). Phénomène d'inondation à Abidjan : Analyse de quelques traits caractéristiques dans la commune de Cocody, *Mémoire en Sciences de la Terre, Univ. Abidjan*, 64p.

L'aménagement Écologique au Service de l'environnement : Cas de la Ville de Gabes et de M'Torrech (Sud Est Tunisien)

Docteur Saïed Saoussen

Enseignant-Chercheur, Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem-
IRESA, Université de Sousse, Tunisie

Docteur Lahmar Karim

Enseignant-Chercheur, Université de Monastir, Tunisie
Laboratoire de recherche : Durabilité de l'oléiculture et l'arboriculture face
aux changements climatiques, Institut de l'olivier Tunisie

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n14p300](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p300)

Submitted: 24 February 2021

Accepted: 21 April 2021

Published: 30 April 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Saoussen S. & Karim L. (2021). *L'aménagement Écologique au Service de l'environnement : Cas de la Ville de Gabes et de M'Torrech (Sud Est Tunisien)*. European Scientific Journal, ESJ, 17(14), 300. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p300>

Resume

La ville de Gabès (sud est Tunisien) est parmi les zones les plus touchées par une forte anthropisation. Les formes de pollutions atmosphériques ou continentales engendrées par les populations de cette ville, incitent à penser à des formes de corrections, à travers la proposition d'un éventuel projet d'aménagement écologique dans lequel l'environnement serait pris en compte. Cette étude propose une approche d'aménagement écologique en guise de modèle pour les aménagements. La méthodologie adoptée est basée premièrement sur une étude documentaire suivie d'une analyse des données. Puis, des logiciels de conception en 2d, de modélisation en 3d et de cartographie ont été utilisés pour concevoir un plan d'aménagement écologique. Il ressort de cette étude que la pollution anthropique causée essentiellement par le Groupe Chimique Tunisien (GCT) de la localité de Gabès-ville et de M'Torrech engendre un danger potentiel sur la population (soit des maladies dermatologiques, respiratoires et allergéniques). Le plan d'aménagement écologique proposé aiderait les localités en question à diminuer l'effet de cette pollution. Les résultats mettent l'accent sur le danger de la pollution anthropique dans la région.

Mots clés : Aménagement écologique, Environnement, Gabès

The Ecologic Landscaping at the Service of the Environment: Case of Gabes and M'Torrech (South-East of Tunisia)

Docteur Saïed Saoussen

Enseignant-Chercheur, Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem-
IRESA, Université de Sousse, Tunisie

Docteur Lahmar Karim

Enseignant-Chercheur, Université de Monastir, Tunisie
Laboratoire de recherche : Durabilité de l'oléiculture et l'arboriculture face
aux changements climatiques, Institut de l'olivier Tunisie

Abstract

The city of Gabes (south-east of Tunisia) is among the areas most affected by strong anthropization. The forms of pollution recorded either atmospheric or continental encourage us to think better about forms of corrections. This could be in the form of an eco-landscaping project. The objective of this work is to provide a form of reflection on the possibility of intervening by setting up a project in which the environment is taken into consideration. In this study we try to focus on the present situation in relation to this issue. The adopted methodology is based firstly on a documentary study followed by data analysis. Then we try to come up with a design for an eco-landscaped park using photography, 2d design, 3d modeling and mapping software. Results obtained gave a more sustainable eco-landscaped development model. It emerges from this study that anthropogenic pollution caused mainly by the Tunisian Chemical Group (GCT) of the locality of Gabès-ville and M'Torrech generates a potential danger for the population (dermatological, respiratory and allergenic diseases). The proposed ecological development plan would help the localities in question to reduce the effect of this pollution. The results highlight the danger of anthropogenic pollution in the region.

Keywords: Eco-landscaping, Environment, Gabes

1. Introduction

Le besoin d'espace vert n'est pas à démontrer en milieu urbain, il ne relève pas seulement des enjeux esthétiques et paysagers, mais aussi des enjeux environnementaux ou écologiques. La présence de cet espace vital est indispensable au bien-être des populations surtout au niveau des villes qui souffrent de la dégradation de leur environnement. C'est le cas de la ville de

Gabès située au sud est de la Tunisie qui depuis des années, souffre de la pollution causée par le secteur industriel. Les différentes recherches menées sur cette problématique (Particip Gmbh et ETI Consulting, 2017, Larbi K, 2017, Ben Nsir M, 2019 ; WMC, 2019 ; Blaise L, 2020, Khadimallah M, 2020...) démontrent que la pollution engendrée essentiellement par le Complexe du Groupe Chimique Tunisien (GCT) a été de type atmosphérique, continentale et maritime. Les gaz des usines causent la pollution atmosphérique, les rejets des résidus des phosphates entraînent une forte mutation de la composition du sol et les navires de transport des produits de GCT induisent une pollution maritime. Cette pollution a des retombées nuisibles sur les secteurs économiques et a inscrit des pertes considérables aussi bien matérielles que sanitaires. En effet, plus de 95% de la pollution atmosphérique provient des usines du Groupe Chimique Tunisien GCT (Medhioub, 2003). Le coût annuel de dégradation de l'environnement (CDE) est très élevé. Il représente, en 2015, plus que 27 % de la valeur ajoutée (VA) de toutes les unités de production du GCT. Cette recherche vise à trouver des solutions au problème de la pollution à travers un choix judicieux des scènes à aménager, des matériaux écologiques et des plantes dépolluantes dans Gabès- ville et M'Torrech. L'approche paysagiste reste importante car elle permet de réfléchir à l'écologie du paysage urbain comme une véritable solution qui permet de répondre aux besoins des habitants en termes de qualité d'environnement et d'embellissement du cadre de vie, puis on pourrait améliorer la vie socioéconomique de la région : soit avec un nouvel investissement touristique ou par la création des nouvelles zones attractives (Larramendy et *al* ; 2014).

2. Matériel et méthodes

2.1. Site d'étude : Gabès et ses alentours

Le gouvernorat de Gabès est situé au sud-est de la Tunisie (33° 53' nord, 10° 07' est) et s'ouvre sur la Méditerranée par son golfe (figure 1). Il est situé à 410 Kilomètres de Tunis et couvre une superficie de 7175 km², soit 4,4% de la superficie du pays. Il est limité à l'Est par la Méditerranée (une côte de 80 km), à l'Ouest par le gouvernorat de Kébili, au Nord-Est par le gouvernorat de Sfax, au Nord-Ouest par le gouvernorat de Gafsa et au Sud par le gouvernorat de Médenine. Le site d'étude comprend aussi la commune de M'Torrech qui appartient elle-même au gouvernorat de Gabès.

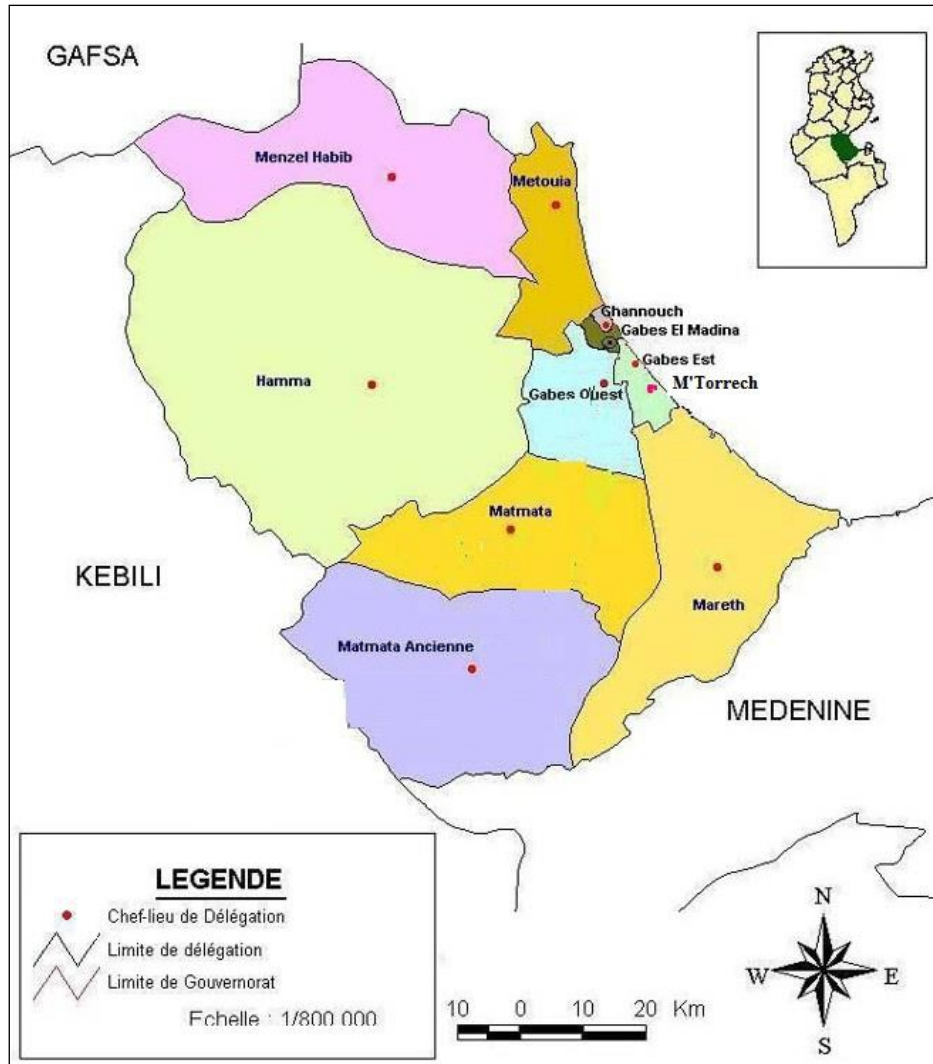


Figure 1: Localisation du gouvernorat de Gabès

2.2. Méthodologie de travail

Comme démarche méthodologique, cette recherche s'est basée, en premier lieu, sur une recherche documentaire sur la ville de Gabès permettant d'élargir le champ de connaissances de ses caractéristiques et spécificités. En deuxième lieu, deux diagnostics paysagers ont été effectués. Le premier a permis de comprendre les origines de la pollution et son impact sur l'environnement et l'économie de la ville de Gabès. Le second est que la commune de M'Torrech fait partie, comme on a déjà mentionné dans l'introduction, du gouvernorat de Gabes. On essaie de la prendre comme exemple pour proposer une approche d'aménagement écologique d'un parc urbain de la ville. Cet exemple peut être appliqué au niveau de tous les espaces

verts de la ville. Le choix du site se justifie par sa vocation comme étant un parc urbain écologique riche en biodiversité et abritant une faune et flore à préserver et à valoriser. Pour la conception du plan d'aménagement proposé, la photographie aérienne du milieu d'étude, les logiciels de conception en 2d (AutoCad), de modélisation en 3d (AutoCad 3d, SketchUp et Lumion) et de cartographie Arcgis (pour le géoréférencement des cartes) ont été utilisés. Ils ont permis de mener les analyses spatiales, les diagnostics paysagers de la ville de Gabès et du parc, de visualiser l'allure générale du projet (en 2d), ainsi que les croquis d'ambiances futures des scènes proposées (en 3d). Les visites de terrain ont quant à eux permis de mieux analyser le site et surtout de faire des prospections de terrain.

3. Résultats

3.1. Gabès et M'Torrech : lieux propices pour une correction écologique

Le gouvernorat de Gabès abrite un important pôle industriel spécialisé dans les industries chimiques, de traitement du phosphate, essentiellement, les industries agroalimentaires et les industries des matériaux de construction. Il comporte aussi d'importantes installations de production d'électricité et de gaz naturel (Le gisement Nawara), une cimenterie, des entreprises étrangères opérant essentiellement dans les industries manufacturières. A Gabès- ville et ses alentours, (soit : M'Torrech, Matmata et Mareth), l'agriculture reste aussi un important pilier économique avec une superficie agricole estimée à 599 267 ha (Particip GmbH et ETI Consulting, 2017). La région renferme aussi une palmeraie de 300 mille palmiers dattiers et se spécialise également dans les cultures géoserricoles, produisant des primeurs destinées totalement à l'exportation (CRDA, 2020). Il est aussi connu pour ses richesses agricoles dans ses oasis telles que les cultures maraîchères, les grenades, les arbres fruitiers, les dattes et les cultures céréalières (CRDA, 2020).

De même, bien que le manque d'investissement et l'implantation de l'industrie chimique dans la région ont écarté toute opportunité de créer une industrie touristique sur le littoral, le tourisme est toujours en développement dans la ville vu la diversité de son paysage (la ville, la mer, les montagnes, l'oasis et le désert). On note que Gabès- ville et M'Torrech restent des zones à fort potentiel touristique qui abritent un tourisme balnéaire. Ils possèdent des vastes plages sablonneuses sans rochers (40 km) et des oasis uniques au monde. Grâce à ses spécificités naturelles et paysagères exceptionnelles, d'autres formes de tourisme en relation avec le tourisme alternatif ont eu lieu, tel que l'écotourisme et le tourisme de montagne, qui s'appuie sur l'architecture typique de la région et le mode de vie traditionnel préservés; le tourisme médical qui trouve aussi sa place grâce aux eaux thermales, à la fois chaudes et riches en minéraux, le tourisme saharien grâce à son ouverture au

Sahara et le tourisme culturel avec ses nombreux monuments berbères, romains et islamiques ainsi que la diversité des produits traditionnels de l'artisanat. Malgré ce potentiel, le tourisme à Gabès et M'Torrech reste un tourisme de passage (Municipalité de Gabès, 2020).

3.2. Proposition d'une nouvelle approche d'aménagement écologique

Selon Larramendy S et al (2004), La conception des espaces publics écologique doit tenir compte des différents enjeux écologiques existants et qualité du paysage urbain. (Larramendy S et al ; 2014). En se basant sur cette réflexion, on peut dire que la ville de Gabès et ses alentours possèdent des facteurs qui pourront être l'issue d'une correction écologique et environnementale. Les figures 4 et 5, ci-dessous, montrent la situation géographique de la commune de M'Torrech par rapport à Gabès ainsi que la situation du parc par rapport à la ville de M'Torrech.



Figure 2 : Photographie aérienne montrant l'emplacement géographique de la commune de M'Torrech par rapport à la ville de Gabès



Figure 3 : Situation géographique du parc urbain par rapport à la commune de M'Torrech

Le site qui occupe une superficie de 13 Ha, se trouve à environ 3 km au Sud-ouest du Centre-ville de Gabès et occupe le sommet d'une colline, d'une altitude comprise entre 32 et 45m environ. Il se caractérise par une topographie exceptionnelle offrant des vues panoramiques de forte importance. Il est entouré par des quartiers polyfonctionnels ou on enregistre une forte concentration d'équipements publics.

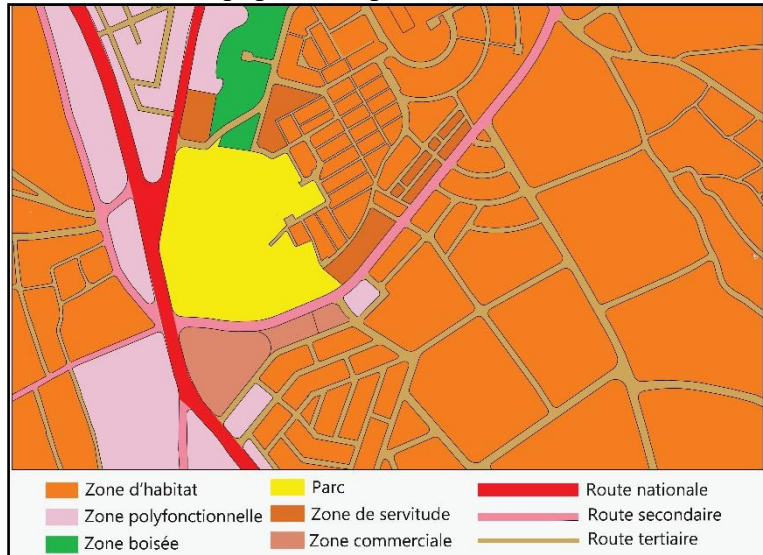


Figure 4: Croquis d'équipement de la commune de M'Torrech

Il faut penser à un aménagement de continuité et de relais entre les différentes entités entourant le site tout en assurant une bonne intégration paysagère dans la région (figure 6). Ce site est aussi à vocation sociale puisqu'il est demandé par les habitants de la cité. Le site d'étude est aussi en relation avec ses alentours. Donc pour mieux comprendre les différents types d'usager, il faut élaborer une identification de l'ensemble de ses composantes limitrophes et environnantes. D'après la carte ci-dessous, toutes les entités paysagères aux alentours du site sont repérées.

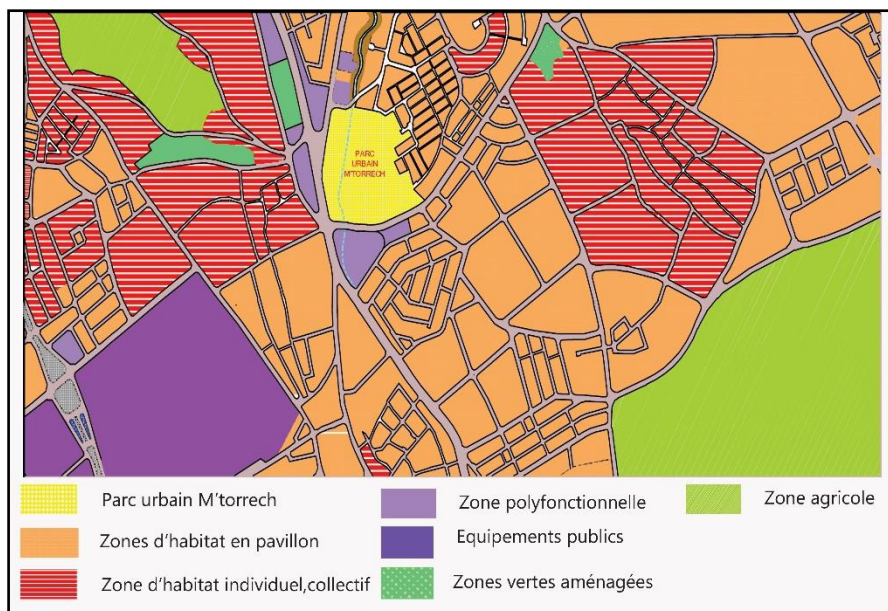


Figure 5: Carte des entités paysagères du site (PAU 2009)

On remarque que le site se trouve dans une zone purement urbaine et on constate l'absence totale des espaces verts aménagés pour les habitants, donc il faut penser à un aménagement qui injecte de la verdure au sein de la ville (figure 8). La figure ci-dessous montre aussi que le site est dominé par les formes régulières des bâtiments. Pour adoucir ces formes rigides, l'aménagement écologique doit être fluide, souple et inspiré de l'écosystème oasien de la région de Gabès.

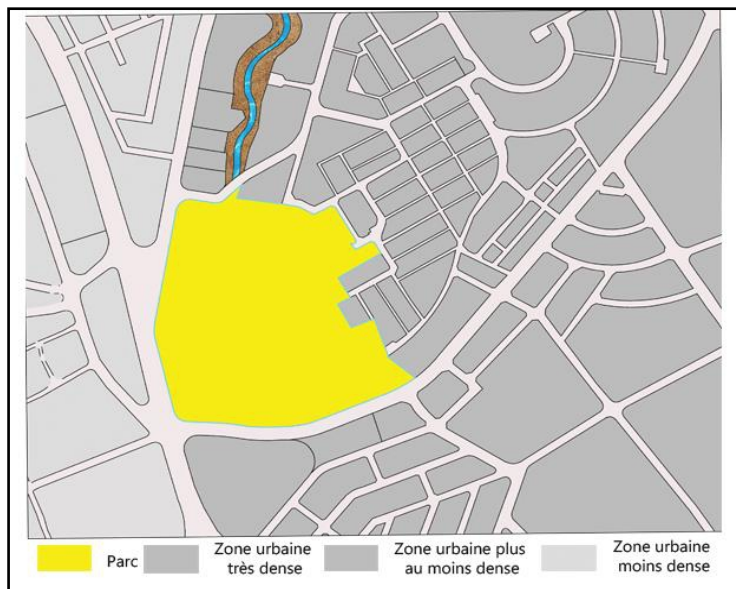


Figure 6: Les formes existantes aux alentours du site (PAU 2009)

Sur le plan naturel, le parc se caractérise par des spécificités naturelles particulières. Le relief occupe le haut d'une colline et la vallée du cours d'eau de Gabès. Il se singularise par un ravinement important occupant près de 50 % de la surface du parc. Il culmine en deux parties, l'une autour d'un château d'eau situé à la limite Nord-est du parc, l'autre à la limite Sud-Est où les hauteurs sont accentuées par les constructions limitrophes. Au pied de ces deux collines, des banquettes ou « tabias » sont aménagées parallèlement aux courbes de niveaux pour préserver le sol de l'érosion, elles sont souvent accompagnées par des pistes de desserte ou des traversées du parc. Il est aussi occupé par un grand ravin large et à fond plat qui descend vers le cours d'eau de Gabès et constitue le drain principal des eaux pluviales des quartiers voisins. La largeur de ce ravin varie de cinq à quelque dizaine de mètres. Des seuils transversaux en gabions sont aménagés tous les cinquante mètres environ afin de retenir l'eau et contenir le torrent, et qui, faute d'entretien, commençant par endroit à subir quelques dommages. Comme ressources hydrauliques, on note la présence d'un château d'eau dans les limites Nord-Est. Le site se trouve aussi riche en palette végétale, c'est une forêt d'Eucalyptus très touffue et de garrigue. Les végétaux existants souffrent à la fois du manque d'eau et d'entretien. En effet, pour un aménagement paysager durable et fonctionnel, l'Eucalyptus sera un mauvais choix de plantation puisqu'il est considéré comme une pompe d'eau et surtout dans la ville de Gabès qui souffre énormément du manque d'eau potable et de précipitation. D'où dans le plan d'aménagement il faut choisir une palette végétale qui

résiste à la sécheresse et qui contribue à la purification de l'air comme les palmiers (figures 9 et 10).



Figure 9 : Jardin aromatique et jardin exotique



Figure 10 : Jardin Oasis et jardin des pratiques agricoles

L'aménagement est une proposition d'un modèle de conception qui servira dans le conditionnel d'atténuer les impacts de la pollution. La mise en place d'un service d'entretien et de suivi ne peut que améliorer les attentes de ce type de projet dans la lutte contre les effets nuisibles de la pollution. Par ailleurs, après l'exécution des travaux, un suivi et une gestion seront effectués pour garantir sa durabilité. De même des instruments de mesure de pollution nous permettront de comparer les résultats obtenus aux anciens résultats et par la suite évaluer le degré d'efficacité du projet proposé dans l'amélioration de l'environnement.

Discussion

Une décision de délocalisation des unités polluantes de Gabès a été prise par les autorités publiques le 29 Juin 2017 mais en vain, rien n'est fait jusqu'à maintenant (Blaise L, 2020). Des projets écologiques ont été aussi proposés tel que le projet de « L'oasis intelligente ». Ce projet conçoit un quartier écologique au centre urbain qui relie la mer, l'oasis et le canal de Gabès. C'est une tentative de revaloriser l'oasis et l'introduire au sein de la ville pour diminuer les effets de l'urbanisation et lui redonner aussi la vocation de l'oasis marine. Une étude stratégique a été menée afin d'évaluer la

faisabilité du projet (Khadimallah M, 2020). Un autre projet a eu aussi lieu, il s'intitule « Madinatouna » et s'inscrit dans le cadre du « Programme Pays de Cites Alliance ». Il vise à promouvoir les initiatives locales de planification urbaines stratégiques (Municipalité de Gabès, 2020). Cette prise de conscience de la nécessité d'injecter de la verdure au sein des centres urbains représente un atout indéniable en termes de préservation de l'environnement surtout que la décision de la délocalisation des sites polluants doit s'engager dans une politique de responsabilité sociale et environnementale qui permette de prévenir réellement la pollution. Les espaces végétalisés urbains constituent aujourd'hui pour la ville des marqueurs qualitatifs et un moyen d'assurer l'éducation à l'environnement et au développement durable (Bourcier A., 2012). Pour cela, la proposition de l'aménagement écologique du parc urbain de la ville de M'Torrech a pour but de diminuer l'effet de la pollution à travers un choix judicieux d'espèces dépolluantes et tolérant les conditions du milieu. De même, l'utilisation des matériaux écologiques durables, l'exploitation des eaux de pluie et le recours aux énergies renouvelables surtout que la ville est doté d'un potentiel solaire important (2300 à 2400 kWh/m²/an) sont aussi prioritaires (Particip Gmbh et ETI Consulting, 2017). Comme programme d'aménagement, le parc comportera différentes composantes et scènes paysagères qui visent à rendre l'espace fonctionnel, accueillant et qui contribuent à préserver ses spécificités naturelles et sa vocation écologique. Il comportera des espaces d'accueil et de détente, des aires de jeux pour enfants, une pépinière et des parcelles de cultures pour cultiver les plantes dépolluantes, et différents types de jardins qui renforcent le côté écologique du milieu jardins tels que le jardin aromatique, le jardin exotique, le jardin des pratiques agricoles et une serre vitrée.

Conclusion

Cette recherche propose une nouvelle approche de réaménagement écologique qui prend en compte la dimension transversale des thèmes urbains, économiques, sociaux, culturels, environnementaux et de gouvernance, tout en veillant à prendre en considération les spécificités et la fragilité des écosystèmes de la ville. Cette approche éco paysagère se pose comme étant une solution qui permettra de redonner une autre vie au parc, actuellement délaissé, et de créer un espace écologique, agréable à vivre et aussi multifonctionnel... Afin de garantir les meilleures conditions pour le déroulement du projet, le gouvernement doit fournir des garanties suffisantes concernant la mobilisation des fonds nécessaires pour la réalisation du projet.

References :

1. Ben Nsir, M., (2019). *Pollution dans la région du Gabès ; le prix fort d'une industrie mal pensée*. Publié le 27 Février 2019 in

- <https://www.leconomistemaghrebin.com/2019/02/27/pollution-dans-la-region-de-gabes-le-prix-fort-dune-industrie-mal-pensee/>
2. Bourcier, A., (2012). Le paysage au service de la biodiversité dans la ville durable, *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Hors-série 14 | septembre 2012, mis en ligne le 15 septembre 2012.
 3. Blaise, L., (2020). *Les habitants meurent à petit feu : en Tunisie, le phosphate pollue l'air de Gabès*. Publié le 2 janvier 2020.
 4. Gramond, D., (2020). *La ville durable, un territoire d'avenir pour la biodiversité urbaine ?*. Projets de paysage [En ligne], 13 | 2015, mis en ligne le 31 décembre 2015, consulté le 16 février 2021. URL : <http://journals.openedition.org/paysage/9791>
 5. Khdimallah, M., (2020). *Tunisian smart cities, Gabes, l'Oasis intelligente*. Publié le 18 mars 2020 in <https://lapresse.tn/53472/gabes-loasis-intelligente/>
 6. Larbi, K., (2017). *En Tunisie, Gabès lutte contre la pollution industrielle*. Publié le 21 Aout 2017
https://www.lantenne.com/En-Tunisie-Gabes-lutte-contre-la-pollution-industrielle_a38517.html
 7. Larramendy, S., Huet, S., Micand, A., & Provendier, D., (2014). *Conception écologique d'un espace public paysager*. Guide méthodologique de conduite de projet, plante & cité, Angers, 94 p.
 8. Medhioub, K., (2002). *Impact des rejets atmosphériques du complexe chimique de Gabès sur les parcelles agricoles de Chott Essalem et Bou Chemma et Ghannouch*. Expertise demandée par le tribunal de Gabès :84pp.
 9. Municipalité de Gabès, (2020), *Stratégies de développement durable de la ville de Gabès 2030*, in rapport de synthèse de la SDV de Gabès.
 10. Particip GmbH & ETI Consulting., (2017). *Etude d'impact de la pollution industrielle sur l'économie de la région de Gabès*. In Rapport final présenté le 30 Décembre 2017.
 11. WMC, (2019). *Environnement : Les industries polluantes à Gabès en débat*. Publié le 1 mars 2019. <https://www.webmanagercenter.com>