

European Scientific Journal, *ESJ*

April 2026

European Scientific Institute, ESI

The content is peer-reviewed

ESJ Humanities

April 2026 edition vol. 22, No. 11

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

ISSN: 1857-7431 (Online)

ISSN: 1857-7881 (Print)

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

Erik Erikson (1902-1994) was one of the great psychologists of the 20th century¹. He explored the nature of personal human identity. Originally named Erik Homberger after his adoptive father, Dr. Theodore Homberger, he re-imagined his identity and re-named himself Erik Erikson (literally Erik son of Erik). Ironically, he rejected his adoptive father's wish to become a physician, never obtained a college degree, pursued independent studies under Anna Freud, and then taught at Harvard Medical School after emigrating from Germany to the United States. Erickson visualized human psychosocial development as eight successive life-cycle challenges. Each challenge was framed as a struggle between two outcomes, one desirable and one undesirable. The first two early development challenges were 'trust' versus 'mistrust' followed by 'autonomy' versus 'shame.' Importantly, he held that we face the challenge of **generativity** versus **stagnation in middle life**. This challenge concerns the desire to give back to society and leave a mark on the world. It is about the transition from acquiring and accumulating to providing and mentoring.

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

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

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

Sincerely,

Daniel B. Hier, MD

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

Editor in Chief

International Editorial Board

Jose Noronha Rodrigues,
University of the Azores, Portugal

Nino Kemertelidze,
Grigol Robakidze University, Georgia

Jacques de Vos Malan,
University of Melbourne, Australia

Franz-Rudolf Herber,
University of Saarland, Germany

Annalisa Zanola,
University of Brescia, Italy

Robert Szucs,
University of Debrecen, Hungary

Dragica Vujadinovic,
University of Belgrade, Serbia

Pawel Rozga,
Technical University of Lodz, Poland

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

Rashmirekha Sahoo,
Melaka-Manipal Medical College, Malaysia

Georgios Vousinas,
University of Athens, Greece

Asif Jamil,
Gomal University DIKhan, KPK, Pakistan

Faranak Seyyedi,
Azad University of Arak, Iran

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

Dejan Marolov,
European Scientific Institute, ESI

Noor Alam,
Universiti Sains Malaysia, Malaysia

Rashad A. Al-Jawfi,
Ibb University, Yemen

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

Hans W. Giessen,
Saarland University, Saarbrücken, Germany

Frank Bezzina,
University of Malta, Malta

Monika Bolek,
University of Lodz, Poland

Robert N. Diotalevi,
Florida Gulf Coast University, USA

Daiva Jureviciene,
Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania

Anita Lidaka,
Liepaja University, Latvia

Rania Zayed,
Cairo University, Egypt

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

Lydia Ferrara,
University of Naples, Italy

Byron A Brown,
Botswana Accountancy College, Botswana

Grazia Angeloni,
University "G. d'Annunzio" in Chieti, Italy

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

Cinaria Tarik Albadri,
Trinity College Dublin University, Ireland

Mahammad A. Nurmamedov,
Shamakhy Astrophysical Observatory of the Ministry of Science and Education of the
Republic of Azerbaijan

Henryk J. Barton,
Jagiellonian University, Poland

Saltanat Meiramova,
S.Seifullin AgroTechnical University, Kazakhstan

Rajasekhar Kali Venkata,
University of Hyderabad, India

Ruzica Loncaric,
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Croatia

Stefan Vladutescu,
University of Craiova, Romania

Billy Adamsen,
University of Southern Denmark, Denmark

Marinella Lorinczi,
University of Cagliari, Italy

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

N. K. Rathee,
Delaware State University, USA

Michael Ba Banutu-Gomez,
Rowan University, USA

Adil Jamil,
Amman University, Jordan

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

Driss Bouyahya,
University Moulay Ismail, Morocco

William P. Fox,
Naval Postgraduate School, USA

Rania Mohamed Hassan,
University of Montreal, Canada

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

Tilahun Achaw Messaria,
Addis Ababa University, Ethiopia

George Chiladze,
University of Georgia, Georgia

Elisa Rancati,
University of Milano-Bicocca, Italy

Alessandro Merendino,
University of Ferrara, Italy

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

Anastassios Gentzoglanis,
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,
College of Nursing, Qatar University, Qatar

Omar Arturo Dominguez Ramirez,
Hidalgo State University, Mexico

Bupinder Zutshi,
Jawaharlal Nehru University, India

Pavel Krpalek,
University of Economics in Prague, Czech Republic

Mondira Dutta,
Jawaharlal Nehru University, India

Evelio Velis,
Barry University, USA

Mahbubul Haque,
Daffodil International University, Bangladesh

Diego Enrique Baez Zarabanda,
Autonomous University of Bucaramanga, Colombia

Juan Antonio Lopez Nunez,
University of Granada, Spain

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

Valentina Manoiu,
University of Bucharest, Romania

Andrzej Palinski,
AGH University of Science and Technology, Poland

Jose Carlos Teixeira,
University of British Columbia Okanagan, Canada

Martin Gomez-Ullate,
University of Extremadura, Spain

Nicholas Samaras,
Technological Educational Institute of Larissa, Greece

Emrah Cengiz,
Istanbul University, Turkey

Francisco Raso Sanchez,
University of Granada, Spain

Simone T. Hashiguti,
Federal University of Uberlandia, Brazil

Tayeb Boutbouqalt,
University, Abdelmalek Essaadi, Morocco

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

Ismail Ipek,
Istanbul Aydin University, Turkey

Olena Kovalchuk,
Dnieper Academy of Continuing Education, Ukraine

Oscar Garcia Gaitero,
University of La Rioja, Spain

Alfonso Conde,
University of Granada, Spain

Jose Antonio Pineda-Alfonso,
University of Sevilla, Spain

Jingshun Zhang,
Florida Gulf Coast University, USA

Marco Mele,
Unint University, Italy

Okyay Ucan,
Omer Halisdemir University, Turkey

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

Cosimo Magazzino,
Roma Tre University, Italy

Susana Sousa Machado,
Polytechnic Institute of Porto, Portugal

Jelena Zascerinska,
University of Latvia, Latvia

Umman Tugba Simsek Gursoy,
Istanbul University, Turkey

Zoltan Veres,
University of Pannonia, Hungary

Vera Komarova,
Daugavpils University, Latvia

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

Pierluigi Passaro,
University of Bari Aldo Moro, Italy

Georges Kpazai,
Laurentian University, Canada

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

Michele Russo,
University of Catanzaro, Italy

Nikolett Deutsch,
Corvinus University of Budapest, Hungary

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

Brian Sloboda,
University of Maryland, USA

Natalia Sizochenko
Dartmouth College, USA

Marisa Cecilia Tumino,
Adventista del Plata University, Argentina

Luca Scaini,
Al Akhawayn University, Morocco

Aelita Skarbaliene,
Klaipeda University, Lithuania

Oxana Bayer,
Dnipropetrovsk Oles Honchar University, Ukraine

Onyeka Uche Ofili,
International School of Management, France

Aurela Saliq,
University of Vlora, Albania

Maria Garbelli,
Milano Bicocca University, Italy

Josephus van der Maesen,
Wageningen University, Netherlands

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

Francisco Gonzalez Garcia,
University of Granada, Spain

Mahgoub El-Tigani Mahmoud,
Tennessee State University, USA

Daniel Federico Morla,
National University of Rio Cuarto, Argentina

Valeria Autran,
National University of Rio Cuarto, Argentina

Muhammad Hasmi Abu Hassan Asaari,
Universiti Sains, Malaysia

Angelo Viglianisi Ferraro,
Mediterranean University of Reggio Calabria, Italy

Roberto Di Maria,
University of Palermo, Italy

Delia Magherescu,
State University of Moldova, Moldova

Paul Waithaka Mahinge,
Kenyatta University, Kenya

Aicha El Alaoui,
Sultan My Slimane University, Morocco

Marija Brajčić,
University of Split, Croatia

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

Belen Martinez-Ferrer,
Univeristy Pablo Olavide, Spain

Rachid Zammar,
University Mohammed 5, Morocco

Calina Nicoleta,
University of Craiova, Romania

Shadaan Abid,
UT Southwestern Medical Center, USA

Sadik Madani Alaoui,
Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco

Patrizia Gazzola,
University of Insubria, Italy

Krisztina Szegedi,
University of Miskolc, Hungary

Liliana Esther Mayoral,
National University of Cuyo, Argentina

Amarjit Singh,
Kurukshetra University, India

Oscar Casanova Lopez,
University of Zaragoza, Spain

Emina Jerkovic,
University of Josip Juraj Strossmayer, Croatia

Carlos M. Azcoitia,
National Louis University, USA

Rokia Sanogo,
University USTTB, Mali

Bertrand Lemennicier,
University of Paris Sorbonne, France

Lahcen Benaabidate,
University Sidi Mohamed Ben Abdellah, Morocco

Janaka Jayawickrama,
University of York, United Kingdom

Kiluba L. Nkulu,
University of Kentucky, USA

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

George C. Katsadoros,
University of the Aegean, Greece

Elena Gavrilova,
Plekhanov University of Economics, Russia

Eyal Lewin,
Ariel University, Israel

Szczepan Figiel,
University of Warmia, Poland

Don Martin,
Youngstown State University, USA

John B. Strait,
Sam Houston State University, USA

Nirmal Kumar Betchoo,
University of Mascareignes, Mauritius

Camilla Buzzacchi,
University Milano Bicocca, Italy

EL Kandoussi Mohamed,
Moulay Ismai University, Morocco

Susana Borrás Pentinat,
Rovira i Virgili University, Spain

Jelena Kasap,
Josip J. Strossmayer University, Croatia

Massimo Mariani,
Libera Università Mediterranea, Italy

Rachid Sani,
University of Niamey, Niger

Luis Aliaga,
University of Granada, Spain

Robert McGee,
Fayetteville State University, USA

Angel Urbina-Garcia,
University of Hull, United Kingdom

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

Marko Andonov,
American College, Republic of Macedonia

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

Leyla Yilmaz Findik,
Hacettepe University, Turkey

Vlad Monescu,
Transilvania University of Brasov, Romania

Stefano Amelio,
University of Unsubria, Italy

Enida Pulaj,
University of Vlora, Albania

Christian Cave,
University of Paris XI, France

Julius Gathogo,
University of South Africa, South Africa

Claudia Pisoschi,
University of Craiova, Romania

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

Joseph Ntale,
Catholic University of Eastern Africa, Kenya

Kate Litondo,
University of Nairobi, Kenya

Maurice Gning,
Gaston Berger University, Senegal

Katarina Marosevic,
J.J. Strossmayer University, Croatia

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

Syed Shadab,
Jazan University, Saudi Arabia

Koffi Yao Blaise,
University Felix Houphouet Boigny, Ivory Coast

Mario Adelfo Batista Zaldivar,
Technical University of Manabi, Ecuador

Kalidou Seydou,
Gaston Berger University, Senegal

Patrick Chanda,
The University of Zambia, Zambia

Meryem Ait Ouali,
University IBN Tofail, Morocco

Laid Benderradji,
Mohamed Boudiaf University of Msila, Algeria

Amine Daoudi,
University Moulay Ismail, Morocco

Oruam Cadex Marichal Guevara,
University Maximo Gomes Baez, Cuba

Vanya Katsarska,
Air Force Academy, Bulgaria

Carmen Maria Zavala Arnal,
University of Zaragoza, Spain

Francisco Gavi Reyes,
Postgraduate College, Mexico

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

Patricia Randrianavony,
University of Antananarivo, Madagascar

Roque V. Mendez,
Texas State University, USA

Kesbi Abdelaziz,
University Hassan II Mohammedia, Morocco

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

Ilknur Bayram,
Ankara University, Turkey

Elenica Pjero,
University Ismail Qemali, Albania

Gokhan Ozer,
Fatih Sultan Mehmet Vakif University, Turkey

Veronica Flores Sanchez,
Technological University of Veracruz, Mexico

Camille Habib,
Lebanese University, Lebanon

Larisa Topka,
Irkutsk State University, Russia

Paul M. Lipowski,
Holy Family University, USA

Marie Line Karam,
Lebanese University, Lebanon

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

Mohamed Berradi,
Ibn Tofail University, Morocco

Visnja Lachner,
Josip J. Strossmayer University, Croatia

Sangne Yao Charles,
University Jean Lorougnon Guede, Ivory Coast

Omar Boubker,
University Ibn Zohr, Morocco

Kouame Atta,
University Felix Houphouet Boigny, Ivory Coast

Devang Upadhyay,
University of North Carolina at Pembroke, USA

Nyamador Wolali Seth,
University of Lome, Togo

Akmele Meless Simeon,
Ouattara University, Ivory Coast

Mohamed Sadiki,
IBN Tofail University, Morocco

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

Gamal Elgezeery,
Suez University, Egypt

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

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 Supérieure d'Abidjan, Ivory Coast

Sophia Barinova,
University of Haifa, Israel

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

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

Aderewa Amontcha,
Université d'Abomey-Calavi, Benin

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

Rene Mesias Villacres Borja,
Universidad Estatal De Bolívar, Ecuador

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

Qamil Dika,
Tirana Medical University, Albania

Kouame Konan,
Peléforo 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 Setifl University, Algeria

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

Serigne Modou Sarr,
Universite Alioune DIOP de Bambey, Senegal

Nina Stankous,
National University, USA

Lovergine Saverio,
Tor Vergata University of Rome, Italy

Fekadu Yehuwalashet Maru,
Jigjiga University, Ethiopia

Karima Laamiri,
Abdelmalek Essaadi University, 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

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

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

Arburim Iseni,
State University of Tetovo, Republic of Macedonia

Raoufou Pierre Radji,
University of Lome, Togo

Juan Carlos Rodriguez Rodriguez,
Universidad de Almeria, Spain

Satoru Suzuki,
Panasonic Corporation, Japan

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

Russell Kabir,
Anglia Ruskin University, UK

Nasreen Khan,
SZABIST, Dubai

Luisa Morales Maure,
University of Panama, Panama

Lipeng Xin,
Xi'an Jiaotong University, China

Harja Maria,
Gheorghe Asachi Technical University of Iasi, Romania

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

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

Bertin Desire Soh Fotsing,
University of Dschang, Cameroon

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

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

Abdelfettah Maouni,
Abdelmalek Essaadi University, Morocco

Alina Stela Resceanu,
University of Craiova, Romania

Alilouch Redouan,
Chouaib Doukkali University, Morocco

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

Sufi Amin,
International Islamic University, Islambad Pakistan

Sanja Milosevic Govedarovic,
University of Belgrade, Serbia

Elham Mohammadi,
Curtin University, Australia

Andrianarizaka Marc Tiana,
University of Antananarivo, Madagascar

Yue Cao,
Southeast University, China

Audrey Tolouian,
University of Texas, USA

Asli Cazorla Milla,
Universidad Internacional de Valencia, Spain

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

Tabou Talahatou,
University of Abomey-Calavi, Benin

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

Hamidreza Izadi,
Chabahar Maritime University, Iran

Hanaa Ouda Khadri Ahmed Ouda,
Ain Shams University, Egypt

Rachid Ismaili,
Hassan 1 University, Morocco

Tamar Ghutidze,
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia

Emine Koca,
Ankara Haci Bayram Veli University, Turkey

David Perez Jorge,
University of La Laguna, Spain

Irma Guga,
European University of Tirana, Albania

Jesus Gerardo Martínez del Castillo,
University of Almeria, Spain

Mohammed Mouradi,
Sultan Moulay Slimane University, Morocco

Marco Tulio Ceron Lopez,
Institute of University Studies, Mexico

Mangambu Mokoso Jean De Dieu,
University of Bukavu, Congo

Hadi Sutopo,
Topazart, Indonesia

Priyantha W. Mudalige,
University of Kelaniya, Sri Lanka

Emmanouil N. Choustoulakis,
University of Peloponnese, Greece

Pinnawala Sangasumana,
University of Sri Jayewardenepura, Sri Lanka

Abdelali Kaaouachi,
Mohammed I University, Morocco

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

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

Amaya Epelde Larranaga,
University of Granada, Spain

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

Daniela Di Berardino,
University of Chieti-Pescara, Italy

Dorjana Klosi,
University of Vlore “Ismail Qemali, Albania

Abu Hamja,
Aalborg University, Denmark

Stankovska Gordana,
University of Tetova, Republic of Macedonia

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

Maria Leticia Bautista Diaz,
National Autonomous University, Mexico

Bruno Augusto Sampaio Fuga,
North Parana University, Brazil

Anouar Alami,
Sidi Mohammed Ben Abdellah University, Morocco

Vincenzo Riso,
University of Ferrara, Italy

Janhavi Nagwekar,
St. Michael’s Hospital, Canada

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

Xi Chen,
University of Kentucky, USA

Fateh Mebarek-Oudina,
Skikda University, Algeria

Nadia Mansour,
University of Sousse, Tunisia

Jestoni Dulva Maniago,
Majmaah University, Saudi Arabia

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

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

Enriko Ceko,
Wisdom University, Albania

Laura Fischer,
National Autonomous University of Mexico, Mexico

Mauro Berumen,
Caribbean University, Mexico

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

Maria Carlota,
Autonomous University of Queretaro, Mexico

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

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

Hani Nasser Abdelhamid,
Assiut University, Egypt

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

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

Ilenia Farina,
University of Naples "Parthenope, Italy

Luisa Zanolla,
Azienda Ospedaliera Universitaria Verona, Italy

Adriana Burlea-Schiopoiu,
University of Craiova, Romania

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

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

Sameer Algburi,
Al-Kitab University, Iraq

Braione Pietro,
University of Milano-Bicocca, Italy

Mounia Bendari,
Mohammed VI University, Morocco

Stamatios Papadakis,
University of Crete, Greece

Aleksey Khlopytskyi,
Ukrainian State University of Chemical Technology, Ukraine

Sung-Kun Kim,
Northeastern State University, USA

Nemanja Berber,
University of Novi Sad, Serbia

Krejsa Martin,
Technical University of Ostrava, Czech Republic

Jeewaka Kumara,
University of Peradeniya, Sri Lanka

Antonella Giacosa,
University of Torino, Italy

Paola Clara Leotta,
University of Catania, Italy

Francesco G. Patania,
University of Catania, Italy

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

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

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

Usama Konbr,
Tanta University, Egypt

Branislav Radeljic,
Necmettin Erbakan University, Turkey

Anita Mandaric Vukusic,
University of Split, Croatia

Barbara Cappuzzo,
University of Palermo, Italy

Roman Jimenez Vera,
Juarez Autonomous University of Tabasco, Mexico

Lucia P. Romero Mariscal,
University of Almeria, Spain

Pedro Antonio Martin-Cervantes,
University of Almeria, Spain

Hasan Abd Ali Khudhair,
Southern Technical University, Iraq

Qanqom Amira,
Ibn Zohr University, Morocco

Farid Samir Benavides Vanegas,
Catholic University of Colombia, Colombia

Nedret Kuran Burcoglu,
Emeritus of Bogazici University, Turkey

Julio Costa Pinto,
University of Santiago de Compostela, Spain

Satish Kumar,
Dire Dawa University, Ethiopia

Favio Farinella,
National University of Mar del Plata, Argentina

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

Salwa Alinat,
Open University, Israel

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

Rasool Bukhsh Mirjat,
Senior Civil Judge, Islamabad, Pakistan

Samantha Goncalves Mancini Ramos,
Londrina State University, Brazil

Mykola Nesprava,
Dnoproetrovsk State University of Internal Affairs, Ukraine

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

Giacomo Buoncompagni,
University of Florence, Italy

Elza Nikoleishvili,
University of Georgia, Georgia

Mohammed Mahmood Mohammed,
University of Baghdad, Iraq

Oudgou Mohamed,
University Sultan Moulay Slimane, Morocco

Arlinda Ymeraj,
European University of Tirana, Albania

Luisa Maria Arvide Cambra,
University of Almeria, Spain

Charahabil Mohamed Mahamoud,
University Assane Seck of Ziguinchor, Senegal

Ehsaneh Nejad Mohammad Nameghi,
Islamic Azad University, Iran

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

Said Kammas,
Business & Management High School, Tangier, Morocco

Harouna Issa Amadou,
Abdou Moumouni University of Niger

Achille Magloire Ngah,
Yaounde University II, Cameroun

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

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

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

Oumar Bah,
Sup' Management, Mali

Angelica Selene Sterling Zozoaga,
Universidad del Caribe, Mexico

Josephine W. Gitome,
Kenyatta University, Kenya

Keumean Keiba Noel,
Felix Houphouet Boigny University Abidjan, Ivory Coast

Tape Bi Sehi Antoine,
University Peleforo Gon Coulibaly, Ivory Coast

Atsé Calvin Yapi,
Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire

Desara Dushi,
Vrije Universiteit Brussel, Belgium

Mary Ann Hollingsworth,
University of West Alabama, Liberty University, USA

Aziz Dieng,
University of Portsmouth, UK

Ruth Magdalena Gallegos Torres,
Universidad Autonoma de Queretaro, Mexico

Alami Hasnaa,
Universite Chouaid Doukkali, Maroc

Emmanuel Acquah-Sam,
Wisconsin International University College, Ghana

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

Gibet Tani Hicham,
Abdemalek Essaadi University, Morocco

Anoua Adou Serge Judicael,
Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire

Sara Teidj,
Moulay Ismail University Meknes, Morocco

Gbadamassi Fousséni,
Université de Parakou, Benin

Bouyahya Adil,
Centre Régional des Métiers d'Education et de Formation, Maroc

Hicham Es-soufi,
Moulay Ismail University, Morocco

Imad Ait Lhassan,
Abdelmalek Essaâdi University, Morocco

Givi Makalatia,
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia

Adil Brouri,
Moulay Ismail University, Morocco

Noureddine El Baraka,
Ibn Zohr University, Morocco

Ahmed Aberqi,

Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco

Oussama Mahboub,
Queens University, Kingston, Canada

Markela Muca,
University of Tirana, Albania

Tessougue Moussa Dit Martin,
Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Mali

Kledi Xhaxhiu,
University of Tirana, Albania

Saleem Iqbal,
University of Balochistan Quetta, Pakistan

Dritan Topi,
University of Tirana, Albania

Dakouri Guissa Desmos Francis,
Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire

Adil Youssef Sayeh,
Chouaib Doukkali University, Morocco

Zineb Tribak,
Sidi Mohammed Ben Abdellah University, Morocco

Ngwengeh Brendaline Beloke,
University of Biea, Cameroon

El Agy Fatima,
Sidi Mohamed Ben Abdelah University, Morocco

Julian Kraja,
University of Shkodra "Luigj Gurakuqi", Albania

Nato Durglishvili,
University of Georgia, Georgia

Abdelkrim Salim,
Hassiba Benbouali University of Chlef, Algeria

Omar Kchit,
Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco

Isaac Ogundu,
Ignatius Ajuru University of Education, Nigeria

Giuseppe Lanza,
University of Catania, Italy

Monssif Najim,
Ibn Zohr University, Morocco

Luan Bekteshi,
“Barleti” University, Albania

Malika Belkacemi,
Djillali Liabes, University of Sidi Bel Abbes, Algeria

Oudani Hassan,
University Ibn Zohr Agadir, Morocco

Merita Rumano,
University of Tirana, Albania

Mohamed Chiban,
Ibn Zohr University, Morocco

Tal Pavel,
The Institute for Cyber Policy Studies, Israel

Krzysztof Nesterowicz,
Ludovika-University of Public Service, Hungary

Laamrani El Idrissi Safae,
Ibn Tofail University, Morocco

Suphi Ural,
Cukurova University, Turkey

Emrah Eray Akca,
Istanbul Aydin University, Turkey

Selcuk Poyraz,
Adiyaman University, Turkey

Umut Sener,
Aksaray University, Turkey

Muhammed Bilgehan Aytac,
Aksaray University, Turkey

Sohail Nadeem,
Quaid-i-Azam University Islamabad, Pakistan

Salman Akhtar,
Quaid-i-Azam University Islamabad, Pakistan

Afzal Shah,
Quaid-i-Azam University Islamabad, Pakistan

Muhammad Tayyab Naseer,
Quaid-i-Azam University Islamabad, Pakistan

Asif Sajjad,
Quaid-i-Azam University Islamabad, Pakistan

Atif Ali,
COMSATS University Islamabad, Pakistan

Shahzda Adnan,
Pakistan Meteorological Department, Pakistan

Waqar Ahmed,
Johns Hopkins University, USA

Faizan ur Rehman Qaiser,
COMSATS University Islamabad, Pakistan

Choua Ouchemi,
Université de N'Djaména, Tchad

Syed Tallataf Hussain Shah,
COMSATS University Islamabad, Pakistan

Saeed Ahmed,
University of Management and Technology, Pakistan

Hafiz Muhammad Arshad,
COMSATS University Islamabad, Pakistan

Johana Hajdini,
University "G. d'Annunzio" of Chieti-Pescara, Italy

Mujeeb Ur Rehman,
York St John University, UK

Noshaba Zulfiqar,
University of Wah, Pakistan

Niaz Bahadur Khan,
National University of Sciences and Technology, Islamabad, Pakistan

Titilayo Olotu,
Kent State University, Ohio, USA

Kouakou Paul-Alfred Kouakou,
Université Peleforo Gon Coulibaly, Côte d'Ivoire

Sajjad Ali,
Karakoram International University, Pakistan

Hiqmet Kamberaj,
International Balkan University, Macedonia

Khawaja Fahad Iqbal,
National University of Sciences and Technology (NUST), Pakistan

Heba Mostafa Mohamed,
Beni Suef University, Egypt

Abdul Basit,
Zhejiang University, China

Karim Iddouch,
International University of Casablanca, Morocco

Jay Jesus Molino,
Universidad Especializada de las Américas (UDELAS), Panama

Imtiaz-ud-Din,
Quaid-e-Azam University Islamabad, Pakistan

Dolantina Hyka,
Mediterranean University of Albania

Essedaoui Aafaf,
Regional Center for Education and Training Professions, Morocco

Silue Pagadjovongo Adama,
Peleforo GON COULIBALY University, Cote d'Ivoire

Soumaya Outellou,
Higher Institute of Nursing Professions and Health Techniques, Morocco

Rafael Antonio Estevez Ramos,
Universidad Autónoma del Estado de México

Mohamed El Mehdi Saidi,
Cadi Ayyad University, Morocco

Ouattara Amidou,
University of San Pedro, Côte d'Ivoire

Murry Siyasiya,
Blantyre International University, Malawi

Benbrahim Mohamed,
Centre Regional des Métiers de l'Éducation et de la Formation d'Inezgane (CRMEF),
Morocco

Emmanuel Gitonga Gicharu,
Mount Kenya University, Kenya

Er-razine Soufiane,
Regional Centre for Education and Training Professions, Morocco

Foldi Kata,
University of Debrecen, Hungary

Elda Xhumari,
University of Tirana, Albania

Daniel Paredes Zempual,
Universidad Estatal de Sonora, Mexico

Jean Francois Regis Sindayihebura,
University of Burundi, Burundi

Luis Enrique Acosta Gonzlez,
University of Holguin, Cuba

Maria Elena Jaime de Pablos,
University of Almeria, Spain

Soro Kolotcholoma Issouf,
Peleforo Gon Coulibaly University, Cote d'Ivoire

Compaore Inoussa,
Université Nazi BONI, Burkina Faso

Dorothee Fegbawe Badanaro,
University of Lome, Togo

Soro Kolotcholoma Issouf,
Peleforo GON COULIBALY University, Cote d'Ivoire

Compaore Inoussa,
Université Nazi BONI, Burkina Faso

Dorothee Fegbawe Badanaro,
University of Lome, Togo

Kouakou N'dri Laurent,
Alassane Ouattara University, Ivory Coast

Jalila Achouaq Aazim,
University Mohammed V, Morocco

Georgios Farantos,
University of West Attica, Greece

Maria Aránzazu Calzadilla Medina,
University of La Laguna, Spain

Tiendrebeogo Neboma Romaric,
Nazi Boni University, Burkina Faso

Dionysios Vourtsis,
University of West Attica, Greece

Zamir Ahmed,
Government Dehli Degree Science College, Pakistan

Akinsola Oluwaseun Kayode,
Chrisland University, Nigeria

Rosendo Romero Andrade,
Autonomous University of Sinaloa, Mexico

Belamalem Souad,
University Ibn Tofail, Morocco

Hoummad Chakib,
Cadi Ayyad University, Morocco

Jozsef Zoltan Malik,
Budapest Metropolitan University, Hungary

Sahar Abboud Alameh,
LIU University, Lebanon

Rozeta Shahinaj,
Medical University of Tirana, Albania

Rashidat Ayanbanke Busari,
Robert Gordon University, UK

Tornike Merebashvili,
Grigol Robakidze University, Georgia

Zena Abu Shakra,
American University of Dubai, UAE

Nicolas Serge Ndock,
University of Ngaoundere, Cameroon

Abebe Bahiru,
Zhejiang Normal University, China

Diana Maria Lopez Celis,
Jorge Tadeo Lozano University of Bogotá, Colombia

Fathi Zerari,
Souk-Ahras University, Algeria

Hermann Victoire Feigoudozoui,
University of Bangui, Central African Republic

Omowunmi A. Odeyomi,
North Carolina A&T State University, USA

Daniel Kon Ater,
University of Juba, Republic of South Sudan

Manasvi Hrishikesh Patil,
Dr. Vishwanath Karad MIT World Peace University, India

Steven Thomas Tumaini,
College of Business and Education, Tanzania

Nicolas Ariel Santana,
Instituto de Enseñanza Superior N° 1 – Alicia Moreau de Justo, Argentina

Bouchra Serroukh,
Abdelmalek Essaâdi University, Morocco

Guranda Khabeishvili,
International Black Sea University, Georgia

Insaf El Kalai,
Higher Institute of Nursing and Health Techniques (ISPITS) in Tangier, Morocco

European Scientific Journal, ESJ
April 2026 Edition Vol. 22, No. 11

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

Okoli Moses Ikechukwu,
Nnamdi Azikiwe University, Nigeria

Yu-Tung Kuo,
North Carolina Agricultural and Technical State University, USA

Table of Contents:

Obstacles à l'intégration des activités expérimentales dans l'enseignement des sciences de la Vie et de la Terre au secondaire marocain : analyse des perceptions des enseignants.....1

Didi Salahddine

The Performance of Small-Town Water Systems in the Upper West Region of Ghana.....20

Patrick Aaniamenga Bowan

Adams Duma Amin

Difficultés de réalisation des coupes géologiques chez les élèves de la 1 re année du baccalauréat : analyse et remédiation.....41

Aziz Rmich

Mohamed Benbrahim

Application de la télédétection multispectrale et des SIG à l'exploration aurifère dans le territoire de Wamba (RDC) : cartographie litho-structurale et identification de cibles.....54

Joel Bila Bimare

Eliezer Mando Manyoka

Yannick Neiki Biangbali

Judith Basekawike Ma-Boo

**Integrated Morphometric and Pedological Approach for Mapping
Groundwater Availability Potential of Urban Watersheds: Case Study of
the Former Municipality of Ratoma (Guinea).....73**

Tokpo Ninamou

Manou Bernadin Elegbede

Mory Kourouma

Tchantipe Ntcha

Sine Diakite

**Perception socio-culturelle de la dysfonction érectile chez les dockers du
Port autonome de Cotonou.....102**

Yarou Guera Chabi Yoro

Thierry Laurent Mètègnon Dannon

Charles Lambert Babadjide

**Du territoire physique au territoire numérique : une approche socio-
spatiale de l'addiction au pari sportif en ligne en Côte d'Ivoire.....121**

Armel Konan Kouassi Djomo

Kapiéfolo Julien Kone

**Sentiment d'insécurité et stratégies d'adaptation carcérale des détenus à
la Maison d'arrêt et de correction de Dimbokro.....138**

Severin Fale Bi Youan

Casimir Zady

**Analyse anthropologique des comportements à risque du diabète de type
2 et prévention dans la commune de Cotonou.....159**

Aphee Judith Sossou

Roch Appolinaire Hougnehin

Obstacles à l'intégration des activités expérimentales dans l'enseignement des sciences de la Vie et de la Terre au secondaire marocain : analyse des perceptions des enseignants

Salahddine Didi, PhD

Geomatic, Geo-Resources and Environment Laboratory,
Department of Earth Sciences, Faculty of Sciences and Technology,
Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco

[Doi:10.19044/esj.2026.v22n11p1](https://doi.org/10.19044/esj.2026.v22n11p1)

Submitted: 29 March 2026

Accepted: 22 April 2026

Published: 30 April 2026

Copyright 2026 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Salahddine, D. (2026). *Obstacles à l'intégration des activités expérimentales dans l'enseignement des sciences de la Vie et de la Terre au secondaire marocain : analyse des perceptions des enseignants*. European Scientific Journal, ESJ, 22 (11), 1.

<https://doi.org/10.19044/esj.2026.v22n11p1>

Résumé

Les activités expérimentales occupent une place centrale dans l'enseignement des Sciences de la Vie et de la Terre (SVT), en favorisant l'apprentissage actif et le développement des compétences scientifiques. Au Maroc, les orientations pédagogiques officielles prônent fortement les approches fondées sur l'investigation. Toutefois, un écart significatif persiste entre ces recommandations et les pratiques effectives en classe.

La présente étude vise à analyser les obstacles entravant l'intégration des activités expérimentales dans l'enseignement des SVT au secondaire marocain, à partir des perceptions des enseignants. Un échantillon de 100 enseignants (52,5 % au secondaire collégial, 47,5 % au secondaire qualifiant) a été constitué par échantillonnage non probabiliste. Cette répartition reflète la composition de l'échantillon et ne vise aucune comparaison entre les deux cycles. Une approche mixte a été adoptée, combinant questionnaire structuré et analyse statistique descriptive. Cette étude s'inscrit dans une perspective exploratoire et ne vise pas à produire des résultats généralisables.

Les résultats indiquent que la mise en œuvre des travaux pratiques demeure limitée malgré leur importance reconnue. Les principales contraintes identifiées sont : l'insuffisance des équipements de laboratoire (81 %), la surcharge des classes (souvent plus de 40 élèves), le manque de temps et le

déficit de formation continue (96,3 % des enseignants n'ont jamais reçu de formation en laboratoire). Par ailleurs, 92,5 % des répondants perçoivent la distribution des équipements comme inéquitable.

En raison du caractère exploratoire de l'étude et de l'échantillonnage non probabiliste, ces résultats doivent être interprétés comme des indicateurs contextuels et ne peuvent être généralisés à l'ensemble du système éducatif national.

Ces constats suggèrent la nécessité d'interventions systémiques ciblant les infrastructures, la formation continue et l'évaluation des compétences expérimentales.

Mots-clés : Activités expérimentales, Sciences de la Vie et de la Terre, Contraintes pédagogiques, Enseignement des sciences, Maroc

Obstacles to the Integration of Experimental Activities in Life and Earth Sciences Teaching at the Moroccan Secondary Level: An Analysis of Teachers' Perceptions

Salahddine Didi, PhD

Geomatic, Geo-Resources and Environment Laboratory,
Department of Earth Sciences, Faculty of Sciences and Technology,
Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco

Abstract

Experimental activities play a central role in Life and Earth Sciences (LES) education, fostering active learning and scientific skill development. In Morocco, official pedagogical guidelines strongly advocate inquiry-based approaches. However, a significant gap persists between these recommendations and actual classroom practices.

This study aims to analyze the obstacles hindering the integration of experimental activities in LES teaching at the Moroccan secondary level, based on teachers' perceptions. A sample of 100 teachers (52.5% lower secondary, 47.5% upper secondary) was selected using a non-probabilistic sampling method. This distribution reflects the sample composition and does not imply any comparative analysis between the two cycles. A mixed-methods approach was adopted, combining a structured questionnaire and descriptive statistical analysis. This study adopts an exploratory perspective and does not aim to produce generalizable results.

The results indicate that practical work implementation remains limited despite its recognized importance. The main constraints identified

include insufficient laboratory equipment (81%), overcrowded classrooms (often exceeding 40 students), limited instructional time, and inadequate in-service training (96.3% of teachers never received laboratory training). Furthermore, 92.5% of respondents reported inequitable equipment distribution across schools.

Given the exploratory nature of this study and its non-probabilistic sampling, findings should be interpreted as contextual indicators and cannot be generalized to the entire national education system.

These results suggest the need for systemic interventions targeting infrastructure improvement, in-service teacher training, and alignment of assessment practices with experimental competencies.

Keywords: Experimental activities, Life and Earth Sciences, Pedagogical constraints, Science education, Morocco

Introduction

L'enseignement des sciences occupe une place stratégique au sein des systèmes éducatifs contemporains (Talbot, 2008). Dans un contexte mondial marqué par l'accélération des innovations technologiques, les changements climatiques et les défis sanitaires, le développement d'une culture scientifique solide chez les citoyens constitue un levier fondamental pour le progrès économique et social (Sabrié et al., 2018). Ainsi, former des apprenants capables d'observer, d'analyser et de mobiliser une pensée critique face aux phénomènes naturels ne relève plus d'un objectif élitiste, mais d'une exigence éducative universelle (Ndjoh Nkouté, 2023).

Dans cette perspective, l'enseignement des sciences joue un rôle déterminant dans le développement des compétences scientifiques et cognitives des élèves. Les Sciences de la Vie et de la Terre (SVT), en particulier, se distinguent par leur fort ancrage dans le réel, à travers l'étude des organismes vivants, des écosystèmes, des phénomènes géologiques ainsi que du fonctionnement du corps humain (Manaouch et al., 2026). Cette proximité avec le concret confère à l'expérimentation une place centrale dans le processus d'apprentissage, la plaçant au cœur même de la démarche pédagogique. À cet égard, les orientations pédagogiques marocaines insistent sur la nécessité de fonder l'enseignement des SVT sur l'observation et l'expérimentation afin de favoriser une compréhension approfondie des phénomènes naturels (Nafidi, 2018).

Les activités expérimentales constituent en effet un pilier fondamental de la démarche scientifique. Elles permettent aux apprenants de s'engager activement dans la construction des savoirs, en les amenant à observer, formuler des hypothèses, expérimenter et interpréter des résultats. De nombreuses recherches ont démontré que les travaux pratiques favorisent un

apprentissage actif et contribuent significativement au développement de compétences telles que l'analyse, l'observation et la résolution de problèmes (Attrassi, 2021).

Cependant, malgré cette reconnaissance institutionnelle et scientifique de l'importance de l'expérimentation, plusieurs études mettent en évidence des difficultés persistantes dans sa mise en œuvre. Parmi les principaux obstacles identifiés figurent le manque d'équipements de laboratoire, l'insuffisance du temps consacré aux activités pratiques ainsi que le déficit de formation des enseignants en matière d'utilisation du matériel scientifique (Zerrouqi, 2015).

Au Maroc, la réforme du système éducatif a accordé une attention particulière à l'enseignement des sciences. La Vision Stratégique 2015-2030 du Conseil Supérieur de l'Éducation, de la Formation et de la Recherche Scientifique (CSEFRS, 2015) place explicitement l'enseignement expérimental au cœur des priorités de modernisation du système éducatif. Le huitième projet du Plan d'urgence pour la réforme de l'éducation encourage la réalisation effective des travaux pratiques prévus dans les programmes. Bien que cette ambition curriculaire soit clairement définie et scientifiquement fondée, la question de sa mise en œuvre effective dans les pratiques pédagogiques demeure posée (Marlot et al., 2012).

Dans ce contexte, la présente étude se propose d'analyser, à partir des perceptions des enseignants, les facteurs limitant la mise en œuvre des activités expérimentales au secondaire marocain. Il s'agit d'une recherche exploratoire et descriptive qui ne vise pas à comparer les deux cycles d'enseignement, mais à dresser un état des lieux global des contraintes partagées par l'ensemble des enseignants de SVT du secondaire. Plus précisément, elle vise à :

- Dresser un état des lieux de l'équipement et du fonctionnement des laboratoires de SVT dans les établissements secondaires marocains ;
- Évaluer le niveau de formation et de compétence technique des enseignants en matière de pratiques expérimentales ;
- Identifier les contraintes d'ordre organisationnel, matériel et institutionnel entravant la réalisation des activités expérimentales ;
- Proposer des recommandations fondées sur des données empiriques afin de réduire l'écart entre les prescriptions curriculaires et les pratiques effectives.

Cadre théorique

La démarche scientifique dans l'enseignement des sciences

La démarche scientifique constitue le fondement épistémologique de l'enseignement des sciences, en particulier dans la discipline des Sciences de la Vie et de la Terre (SVT). Elle se définit comme un processus

méthodologique rigoureux permettant la construction progressive des connaissances à partir de l'observation, de l'expérimentation et du raisonnement critique. Dans cette perspective, l'enseignement des SVT ne se limite pas à la transmission de savoirs établis, mais vise à initier les apprenants aux modes de production des connaissances scientifiques (Lederman, 2019).

Dans le contexte éducatif, la démarche scientifique joue un rôle central dans le développement des compétences cognitives et méthodologiques des élèves. Elle favorise notamment l'apprentissage actif, l'esprit critique et la capacité de résolution de problèmes. Les activités expérimentales, qui constituent une composante essentielle de cette démarche, permettent aux élèves de confronter les concepts théoriques aux observations empiriques, facilitant ainsi une meilleure appropriation des connaissances scientifiques (Hofstein et al., 2004 ; Abrahams et al., 2008).

La mise en œuvre de la démarche scientifique repose sur une succession d'étapes logiquement articulées. Elle débute par une phase d'observation d'un phénomène naturel ou d'une situation problématique, conduisant à la formulation d'une question scientifique précise. Cette étape est suivie par l'élaboration d'hypothèses explicatives, considérées comme des réponses provisoires susceptibles d'être testées. La phase expérimentale consiste ensuite à concevoir et à réaliser des protocoles d'investigation permettant de vérifier la validité des hypothèses, en contrôlant les variables pertinentes. Les données recueillies font l'objet d'une analyse rigoureuse, permettant d'interpréter les résultats obtenus et de confirmer ou d'infirmer les hypothèses initiales. Enfin, la démarche scientifique se conclut par la formulation de conclusions et la communication des résultats, contribuant ainsi à la validation et à la diffusion des connaissances scientifiques (Osborne et al., 2020).

Par ailleurs, l'intégration de la démarche scientifique dans l'enseignement des SVT favorise un apprentissage fondé sur l'investigation (Inquiry-Based Science Education), largement recommandé dans les réformes éducatives contemporaines. Cette approche permet aux apprenants de devenir acteurs de leur propre apprentissage en développant des compétences transversales telles que l'autonomie, la collaboration et la pensée critique (Bybee, 2014).

Enfin, la démarche scientifique joue un rôle déterminant dans la formation de citoyens éclairés, capables d'analyser de manière critique les informations scientifiques et de prendre des décisions raisonnées face aux enjeux sociétaux contemporains, notamment dans les domaines de la santé, de l'environnement et du développement durable (OECD, 2021).

L'importance des activités expérimentales dans l'enseignement des sciences

Les activités expérimentales occupent une place centrale dans l'enseignement des Sciences de la Vie et de la Terre (SVT), comme le confirment de nombreuses recherches en didactique des sciences. Elles constituent un levier fondamental pour promouvoir un apprentissage actif et favoriser la construction des connaissances scientifiques chez les apprenants. Contrairement à un enseignement transmissif centré sur l'enseignant, les travaux pratiques permettent aux élèves d'interagir directement avec les phénomènes naturels, facilitant ainsi la compréhension de concepts souvent abstraits et renforçant leur appropriation durable (Hofstein et al., 2004 ; Millar, 2004).

Dans ce cadre, les activités expérimentales remplissent plusieurs fonctions essentielles. D'une part, elles contribuent au développement de compétences scientifiques fondamentales, telles que l'observation, la formulation d'hypothèses, la mise en œuvre de protocoles expérimentaux et l'interprétation des résultats. D'autre part, elles participent au développement de compétences transversales, notamment l'esprit critique, la curiosité scientifique et l'autonomie. Les travaux en didactique des sciences soulignent ainsi leur rôle à la fois cognitif et éducatif, en favorisant l'engagement actif des apprenants et le développement de capacités analytiques et réflexives (Abrahams et al., 2008 ; Osborne, 2015).

Dans le contexte marocain, les activités expérimentales occupent également une position stratégique dans les programmes officiels de SVT, en particulier au niveau du secondaire qualifiant. Les orientations pédagogiques nationales préconisent une approche fondée sur l'investigation scientifique et l'analyse des phénomènes naturels (Ministère de l'Éducation Nationale, 2007). Ainsi, dans les niveaux du tronc commun et de la première année du baccalauréat, les élèves sont amenés à réaliser diverses expériences portant sur des processus biologiques fondamentaux tels que la digestion, la respiration cellulaire et la photosynthèse. Ces activités permettent d'illustrer concrètement des mécanismes biologiques complexes à travers des manipulations expérimentales (Tiberghien, 2000).

Par ailleurs, dans le domaine des sciences de la Terre, les activités expérimentales et d'observation jouent un rôle déterminant dans la compréhension de phénomènes géologiques, tels que la formation des roches, la dynamique interne du globe ou encore les risques naturels. L'intégration des contextes locaux dans les programmes, notamment à travers l'étude des écosystèmes et des ressources naturelles, permet de relier les apprentissages scientifiques à l'environnement immédiat des élèves, renforçant ainsi la pertinence et l'efficacité du processus d'apprentissage (Orion, 2007).

Cependant, malgré cette importance reconnue, la mise en œuvre des activités expérimentales dans le contexte marocain demeure confrontée à

plusieurs contraintes. Parmi les principales difficultés identifiées figurent l'insuffisance des équipements de laboratoire, la surcharge des classes et les contraintes organisationnelles, qui limitent l'intégration effective des travaux pratiques (El Hajjami et al., 2020). Ces obstacles affectent directement la qualité de l'enseignement scientifique et réduisent les opportunités d'apprentissage expérimental pour les élèves.

En dépit de ces contraintes, un consensus se dégage parmi les enseignants quant au rôle essentiel des activités expérimentales dans l'acquisition des connaissances et le développement des compétences scientifiques. Ainsi, celles-ci apparaissent comme un pilier incontournable de l'enseignement des SVT, contribuant non seulement à une meilleure compréhension des concepts scientifiques, mais également à la formation de citoyens capables de raisonner de manière scientifique et de faire face aux enjeux contemporains liés à la santé, à l'environnement et au développement durable (OECD, 2019).

Méthodologie

Cette recherche s'inscrit dans une démarche exploratoire et descriptive à visée analytique, visant à identifier et analyser les difficultés rencontrées par les enseignants dans la mise en œuvre des activités expérimentales en SVT au niveau secondaire au Maroc. Ce choix méthodologique se justifie par la nature du problème étudié, qui nécessite une collecte de données empiriques auprès des acteurs directement concernés.

La population cible est constituée des enseignants de SVT exerçant dans l'enseignement secondaire public au Maroc, répartis sur l'ensemble des douze Académies Régionales d'Éducation et de Formation (AREF) du Royaume. Un échantillon de 100 enseignants a été retenu selon une méthode d'échantillonnage non probabiliste, basée sur l'accessibilité et la disponibilité des participants. La répartition de l'échantillon entre le secondaire collégial (52,5 %) et le secondaire qualifiant (47,5 %) reflète uniquement la composition naturelle du groupe enquêté. Cette étude ne vise en aucun cas à comparer les deux cycles d'enseignement entre eux, ni à formuler des inférences différenciées par cycle. Les deux niveaux sont traités comme une population unifiée d'enseignants du secondaire marocain, partageant des contraintes structurelles communes liées à l'intégration des activités expérimentales. Il convient de préciser que les objectifs pédagogiques et les dispositifs expérimentaux diffèrent entre le collégial et le qualifiant ; cette distinction constitue elle-même une limite de la présente étude, qui appelle des recherches futures plus ciblées.

Cette étude comporte des limites méthodologiques importantes à prendre en compte dès la lecture des résultats. D'abord, l'échantillonnage non probabiliste ne permet pas d'assurer la représentativité statistique de

l'échantillon par rapport à la population nationale des enseignants de SVT. Ensuite, la taille de l'échantillon (N=100) demeure modeste au regard de la diversité des contextes régionaux et des deux cycles couverts. Enfin, l'absence de calcul de la fiabilité de l'instrument (coefficient alpha de Cronbach) constitue une limite supplémentaire. Les résultats de cette étude doivent donc être considérés comme des indicateurs contextuels et exploratoires, et non comme des conclusions généralisables à l'ensemble du système éducatif marocain. Des études futures à plus grande échelle, ciblant un seul cycle à l'échelle d'une direction provinciale avec un échantillonnage stratifié, permettraient d'aboutir à des conclusions plus robustes.

Le questionnaire structuré, principal instrument de collecte, comporte 17 questions réparties en plusieurs axes thématiques : les caractéristiques professionnelles des enseignants, les conditions matérielles des établissements, la fréquence d'utilisation des activités expérimentales et les obstacles rencontrés. Les questions sont de type fermé (choix multiples) et semi-ouvert.

La validation de l'outil a été réalisée en deux étapes : Dans un premier temps, le questionnaire a été soumis à trois experts en didactique des SVT, qui ont vérifié la pertinence et la couverture des items au regard des objectifs de recherche, garantissant ainsi la validité de contenu de l'instrument. Dans un second temps, un pré-test a été conduit auprès d'un groupe de 10 enseignants de SVT, permettant d'évaluer la clarté des formulations et d'identifier les items nécessitant une reformulation. Le questionnaire a été diffusé sous format électronique, permettant d'atteindre des participants issus de différentes régions. Les données ont été analysées par statistique descriptive (fréquences et pourcentages). L'étude a respecté les principes éthiques de la recherche : anonymat des participants et confidentialité des données.

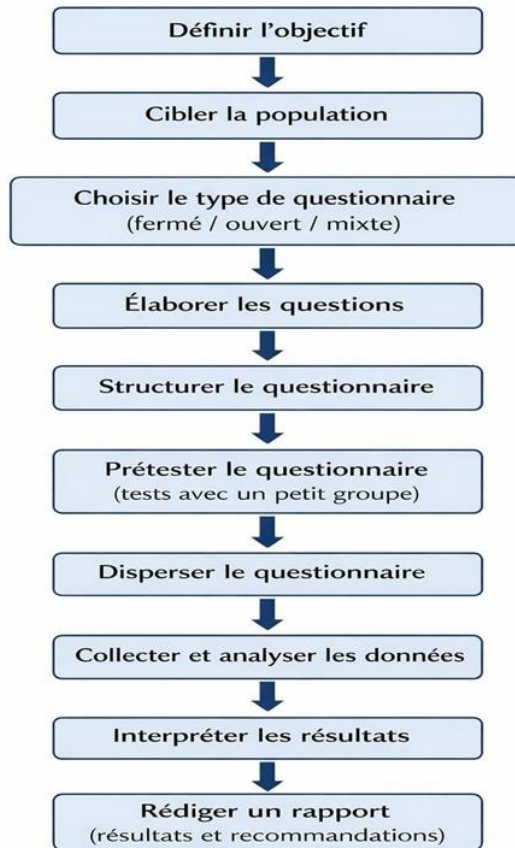


Figure 1 : Organigramme du processus méthodologique de conception et d'exploitation d'un questionnaire de recherche

Résultats

L'analyse des données recueillies permet de mettre en lumière les principaux facteurs influençant la mise en œuvre des activités expérimentales en SVT. Ces résultats, issus des perceptions déclarées des enseignants, sont présentés à titre d'indicateurs descriptifs et exploratoires.

Profil des enseignants enquêtés

L'échantillon est composé de 100 enseignants de SVT du secondaire marocain : 52,5 % exercent au secondaire collégial et 47,5 % au secondaire qualifiant (fig.2). Cette répartition décrit uniquement la composition de l'échantillon et ne constitue pas une base de comparaison entre les deux cycles. Concernant l'ancienneté professionnelle : environ 23 % des enseignants ont moins de 5 ans d'expérience, 45 % entre 6 et 15 ans, et 32 % plus de 15 ans de carrière. Cette diversité de profils enrichit la compréhension globale des pratiques pédagogiques liées aux activités expérimentales.

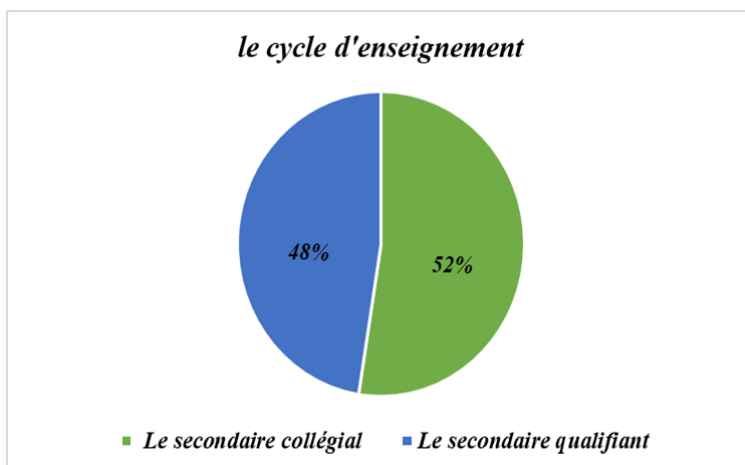


Figure 2 : Répartition des enseignants interrogés par cycle d'enseignement

État des infrastructures de laboratoire

Les résultats suggèrent une situation préoccupante concernant les infrastructures expérimentales. Bien que l'ensemble des établissements participants dispose officiellement d'un laboratoire, seulement 8 % des enseignants considèrent que leur laboratoire est correctement équipé (fig.3). À l'opposé, 81 % signalent une insuffisance notable des équipements, tandis que 11 % déclarent l'absence totale de matériel. Il convient de noter que 82,5 % des enseignants confirment l'accès à l'électricité et à l'eau courante, conditions minimales indispensables.

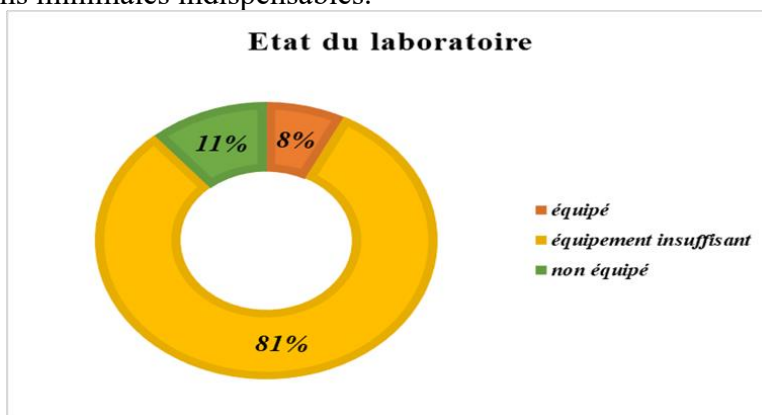


Figure 3: La répartition des réponses des enseignants interrogés concernant l'équipement du laboratoire

Concernant l'organisation des espaces (fig.4), seulement 51,2 % des enseignants ont accès à un laboratoire dédié exclusivement aux SVT. Près de la moitié des répondants doit partager cet espace avec les professeurs de physique-chimie, créant des contraintes de planification et de stockage du matériel.

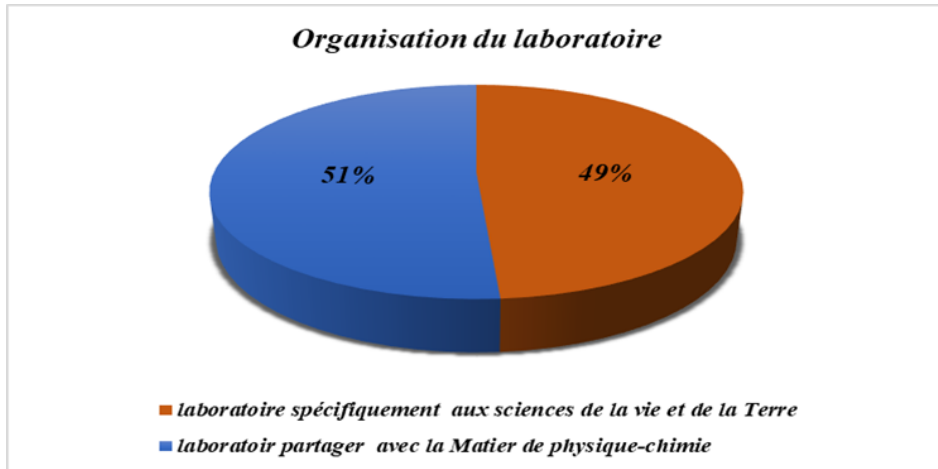


Figure 4 : Répartition des enseignants selon l'accès au laboratoire SVT

Distribution du matériel et réactivité de l'administration

La grande majorité des enseignants (92,5 %) considère que la répartition des équipements est inéquitable entre établissements (fig.5). Cette perception, fondée sur des données déclaratives, constitue un indicateur du ressenti des enseignants et ne reflète pas nécessairement une mesure objective des disparités réelles entre établissements. Par ailleurs, 70 % des répondants déclarent avoir formulé des demandes formelles de matériel supplémentaire, ce qui témoigne d'une volonté manifeste d'améliorer les conditions de travail. La persistance du sentiment d'iniquité malgré ces démarches révèle un déficit de réponse institutionnelle

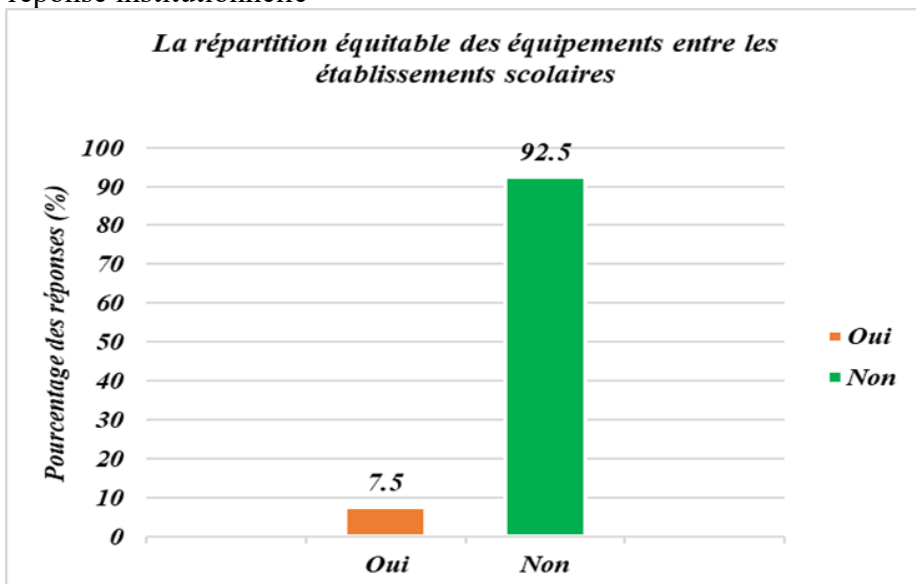


Figure 5 : La répartition équitable des équipements entre les établissements scolaires

Compétences techniques et formation continue

Les résultats relatifs aux compétences techniques des enseignants suggèrent une problématique préoccupante en lien avec l'utilisation du matériel de laboratoire (fig.6). En effet, Environ 51,2 % des enseignants déclarent rencontrer des difficultés dans la manipulation des équipements disponibles (fig.6). Ce résultat doit être mis en relation avec un constat majeur : 96,3 % des répondants affirment n'avoir jamais bénéficié d'une formation continue portant sur l'usage des instruments de laboratoire. Ce déficit de formation entretient un cercle vicieux dans lequel le manque de maîtrise technique renforce l'éloignement des pratiques expérimentales, affectant la qualité de l'enseignement des sciences.

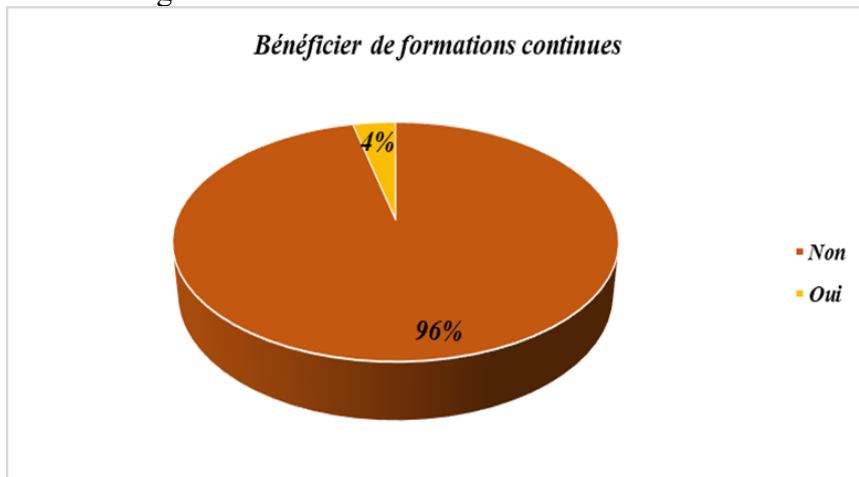


Figure 6 : Bénéfice de formations continues sur l'utilisation des équipements de laboratoire

Facteurs organisationnels et institutionnels

Plusieurs facteurs organisationnels limitent la mise en œuvre des activités expérimentales, même lorsque le matériel est disponible. Le premier obstacle concerne la suppression du dédoublement des classes (tafwij), combinée à une surcharge des effectifs dépassant souvent 40 élèves. Cette situation engendre des contraintes logistiques majeures et des risques liés à la sécurité en laboratoire. Le second facteur renvoie à l'absence d'évaluation des compétences pratiques dans les dispositifs d'examen nationaux, ce qui marginalise les travaux pratiques et incite les enseignants à privilégier l'enseignement théorique.

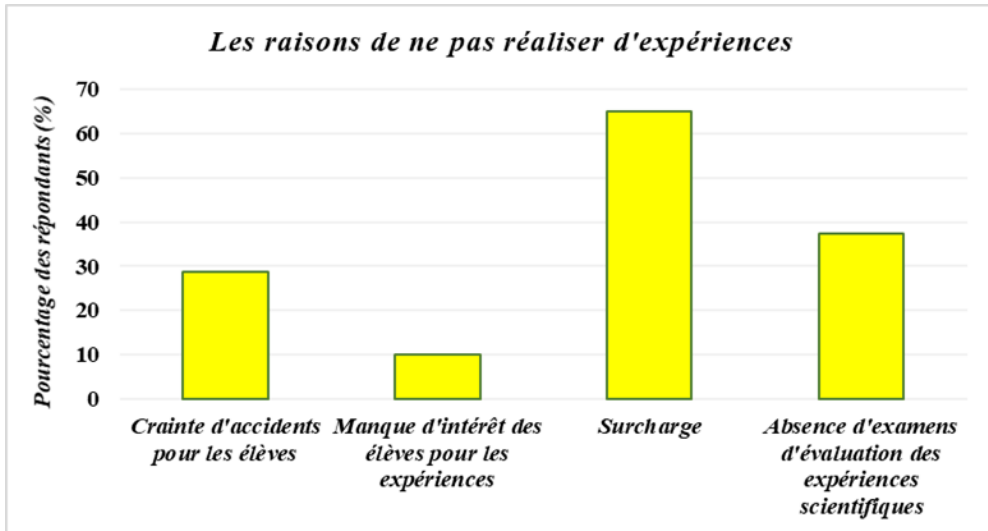


Figure 7 : Raisons évoquées par les enseignants pour ne pas réaliser d'expériences

Les ressources numériques comme alternative

Les résultats suggèrent le recours croissant des enseignants à des alternatives pédagogiques numériques (vidéos, animations, simulations de laboratoires virtuels). Cependant, les perceptions des enseignants quant à l'efficacité de ces ressources restent partagées : 56,3 % considèrent que les outils numériques peuvent atteindre les objectifs pédagogiques assignés aux activités expérimentales, tandis que 43,8 % expriment un désaccord. (fig.9)

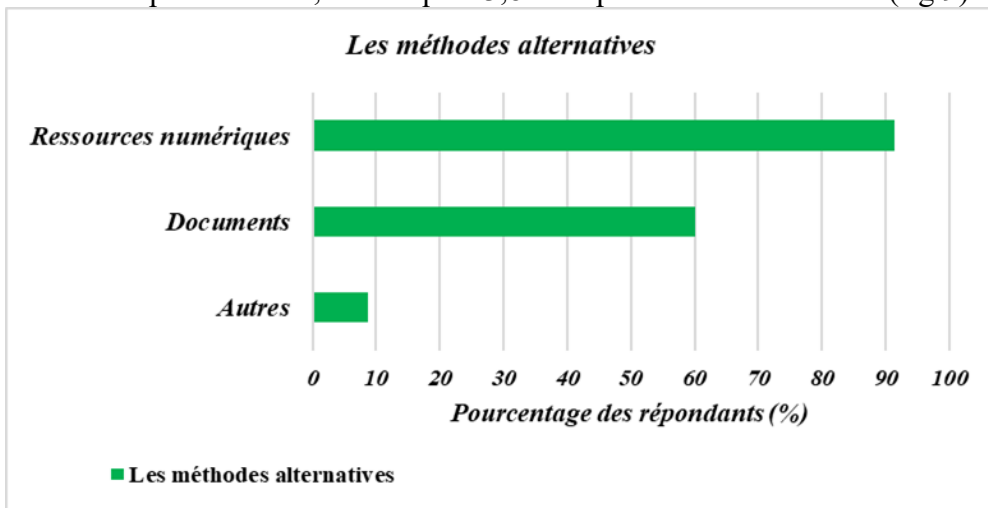


Figure 8 : Avis des enseignants sur l'existence de méthodes alternatives aux expériences scientifiques

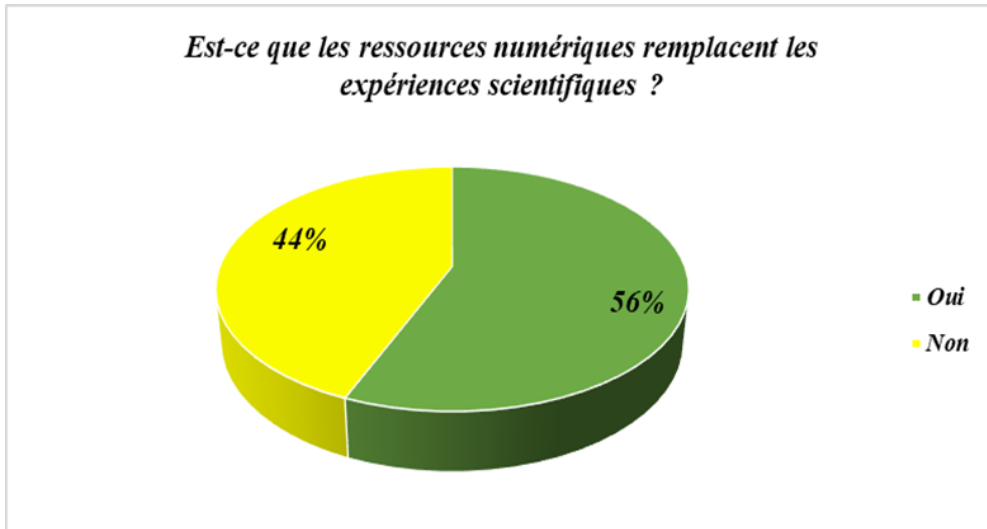


Figure 9 : Avis des enseignants sur le remplacement des expériences par des ressources numériques

Le tableau 1 ci-dessous présente une synthèse des principaux résultats obtenus à travers l'analyse des réponses des enseignants enquêtés. Il met en évidence, de manière condensée, les constats les plus significatifs relatifs aux différentes dimensions explorées dans cette étude, à savoir les infrastructures de laboratoire, la distribution des équipements, la formation continue des enseignants, les contraintes organisationnelles et le recours aux ressources numériques. Ces données chiffrées permettent d'appréhender globalement l'ampleur des obstacles identifiés et constituent la base empirique sur laquelle s'appuie la discussion et les recommandations formulées dans les sections suivantes.

Tableau 1 : Synthèse des principaux résultats de l'étude

Axe d'analyse	Résultat	Interprétation
L'établissement dispose d'un laboratoire	100 %	L'espace physique existe universellement
Laboratoire adéquatement équipé	7,5 %	Déficit infrastructurel quasi total
Distribution du matériel équitable	7,5 %	Iniquité systémique entre établissements
Difficultés d'utilisation du matériel	51,2 %	La moitié des enseignants manque de maîtrise technique
A bénéficié d'une formation continue en laboratoire	3,7 %	La formation est quasi inexistante
Surcharge des classes comme obstacle principal	Majoritaire (>40 élèves)	Raison la plus fréquente de non-expérimentation
Ressources numériques atteignent pleinement les objectifs	56,3 %	Courte majorité ; 43,8 % en désaccord

Discussion

Les résultats de cette étude mettent en lumière un paradoxe central dans l'enseignement des SVT : bien que les enseignants reconnaissent largement l'importance des activités expérimentales (85 % les jugent très importantes), leur intégration effective dans les pratiques pédagogiques demeure limitée. Cette dissociation entre représentations professionnelles et pratiques réelles a été largement documentée dans la littérature (Abrahams & Millar, 2008) et suggère l'existence de contraintes structurelles influençant les pratiques enseignantes.

Les contraintes matérielles identifiées s'inscrivent dans la continuité des travaux de Hofstein et Lunetta (2004), qui soulignent que la qualité des activités expérimentales dépend fortement des ressources disponibles. Dans le contexte marocain, ces résultats suggèrent l'existence de contraintes structurelles susceptibles de limiter l'opérationnalisation des approches pédagogiques fondées sur l'investigation (Bybee, 2014). De même, les contraintes organisationnelles, notamment la surcharge des programmes et les effectifs élevés, rejoignent les observations de Osborne et Dillon (2020), et mettent en évidence la nécessité d'un meilleur alignement entre les ambitions curriculaires et les conditions réelles de mise en œuvre, telles que définies dans la Vision Stratégique 2030 (CSEFRS, 2015).

Sur le plan pédagogique, le déficit de formation continue met en évidence un besoin accru de développement professionnel des enseignants (Lederman, 2019). L'insuffisance de formation semble conduire à une utilisation des activités expérimentales davantage orientée vers la démonstration que vers l'investigation. Ces résultats peuvent être interprétés à la lumière des approches constructivistes de l'apprentissage, selon lesquelles les connaissances scientifiques se construisent activement par l'interaction avec le réel (Piaget, 1970 ; Vygotsky, 1978). Toutefois, ces interprétations doivent être considérées avec prudence, compte tenu des limites méthodologiques de l'étude. Dans cette perspective, la présente recherche a été délibérément reconfigurée comme une étude exploratoire, en réponse aux considérations méthodologiques soulevées lors du processus d'évaluation.

Limites de l'étude

Cette étude présente plusieurs limites méthodologiques qui doivent être prises en compte dans l'interprétation des résultats. Premièrement, le recours à un échantillonnage non probabiliste (N = 100) limite la représentativité statistique de l'échantillon et ne permet pas de généraliser les résultats à l'ensemble du système éducatif marocain.

Deuxièmement, l'inclusion de deux cycles d'enseignement aux caractéristiques pédagogiques distinctes constitue une limite importante. En effet, les objectifs pédagogiques et les dispositifs expérimentaux diffèrent

entre le secondaire collégial et le secondaire qualifiant, ce qui rend toute comparaison directe peu pertinente sur le plan didactique. Dans ce cadre, la présente étude ne vise pas une analyse comparative, mais propose une lecture descriptive et exploratoire des perceptions des enseignants.

Troisièmement, les données recueillies reposent exclusivement sur des déclarations d'enseignants, ce qui peut introduire un biais de désirabilité sociale. Quatrièmement, l'absence de calcul du coefficient alpha de Cronbach limite l'évaluation formelle de la fiabilité interne de l'instrument utilisé.

En conséquence, les résultats doivent être interprétés comme des tendances indicatives propres au contexte étudié. Des recherches futures, centrées sur un seul cycle d'enseignement, reposant sur un échantillonnage probabiliste et intégrant une triangulation des données, permettraient de produire des résultats plus robustes et potentiellement généralisables.

Conclusion et recommandations

Synthèse des résultats empiriques

Cette étude exploratoire met en évidence un décalage significatif entre les orientations curriculaires marocaines et les conditions réelles de mise en œuvre des activités expérimentales en SVT. Les données recueillies auprès de 100 enseignants du secondaire révèlent des contraintes multiples et interconnectées : 81 % signalent une insuffisance des équipements, 96,3 % n'ont jamais bénéficié de formation continue en laboratoire, les classes dépassent souvent 40 élèves, et l'absence d'évaluation des compétences pratiques dans les examens nationaux marginalise les travaux pratiques au profit de l'enseignement théorique

Interprétation contextuelle

Ces résultats traduisent un problème systémique plutôt qu'une défaillance individuelle. L'absence d'alignement entre les prescriptions curriculaires et les conditions effectives d'enseignement constitue un frein structurel à l'opérationnalisation des approches fondées sur l'investigation. Il convient de rappeler que ces résultats, issus d'une étude exploratoire par échantillonnage non probabiliste, doivent être interprétés comme des indicateurs contextuels et non comme des constats généralisables à l'ensemble du système éducatif national. La présente étude ne prétend pas comparer les deux cycles d'enseignement ; elle offre une photographie globale et partielle des obstacles perçus par un groupe d'enseignants de SVT du secondaire marocain. Des études futures à plus grande échelle, ciblant un seul cycle à l'échelle d'une direction provinciale avec un échantillonnage stratifié, seraient nécessaires pour confirmer et approfondir ces conclusions.

Recommandations opérationnelles

Au regard des résultats obtenus, plusieurs axes d'amélioration peuvent être dégagés. Sur le plan matériel, un audit national des laboratoires de SVT s'impose, suivi d'un programme ciblé de réapprovisionnement en équipements avec un mécanisme équitable de distribution, tenant compte des disparités entre milieu urbain et rural. Sur le plan organisationnel, la réinstauration du dédoublement des classes pour les travaux pratiques et le recrutement de préparateurs de laboratoire constituent des mesures prioritaires. Sur le plan pédagogique et institutionnel, le développement de programmes de formation continue axés sur les pratiques expérimentales, l'intégration de l'évaluation des compétences pratiques dans les examens nationaux, et la promotion d'une complémentarité entre outils numériques et activités expérimentales représentent des leviers essentiels. La réussite de ces réformes dépendra de la capacité du système éducatif marocain à assurer une mise en cohérence effective entre ambitions curriculaires et réalités du terrain, en plaçant l'enseignant au cœur du dispositif de transformation pédagogique.

Conflit d'intérêts : L'auteur a déclaré n'avoir aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : L'auteur n'a bénéficié d'aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945–1969.
<https://doi.org/10.1080/09500690701749305>
2. Attrassi, K. (2021). Application de la démarche expérimentale dans l'apprentissage. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 25(1), 551–558.
3. Bybee, R. W. (2014). The BSCS 5E instructional model: Personal reflections and contemporary implications. *Science and Children*, 51(8), 10–13.
4. CSEFRS. (2015). *Vision stratégique de la réforme 2015–2030 : Pour une école de l'équité, de la qualité et de la promotion*. Rabat : Conseil Supérieur de l'Éducation, de la Formation et de la Recherche Scientifique.

5. El Hajjami, A., El Mokri, A., Ajana, S., & Chikhaoui, A. (2020). Difficulties in the implementation of experimental activities in Moroccan science education. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 19(6), 1–18.
<https://doi.org/10.26803/ijlter.19.6.1>
6. Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28–54. <https://doi.org/10.1002/sce.10106>
7. Lederman, N. G. (2019). Contextualizing the nature of science in science education. In W. F. McComas (Ed.), *Nature of science in science instruction: Rationales and strategies* (pp. 1–14). Springer.
8. Manaouch, M., Aghad, M., Sadiki, M., & Al Karkouri, J. (2026). Intégration des contextes locaux dans le programme scientifique de sciences de la vie et de la terre (SVT) au cycle qualifiant : Cas des contextes du Haut Ziz, sud-est marocain. *European Scientific Journal*, 22(6), 193. <https://doi.org/10.19044/esj.2026.v22n6p193>
9. Marlot, C., & Toullec-Théry, M. (dir.). (2012). Diversification des parcours des élèves : pratiques enseignantes et organisations scolaires en question. *Recherches en éducation*, HS4.
<https://doi.org/10.4000/ree.8978>
10. Ministère de l'Éducation Nationale. (2007). Orientations pédagogiques des sciences de la vie et de la Terre (SVT) au cycle secondaire qualifiant. Rabat: Ministère de l'Éducation Nationale, Maroc.
11. Millar, R. (2004). The role of practical work in the teaching and learning of science. Washington, DC: National Academy of Sciences, Committee on High School Science Laboratories.
12. Nafidi, Y., Alami, A., Zaki, M., El Batri, B., Hassani, M. E., & Afkar, H. (2018). L'intégration des TIC dans l'enseignement des sciences de la vie et de la terre au Maroc: état des lieux et défis à relever. *European Scientific Journal*, 14(1), 97.
<https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n1p97>
13. Ndjoh Nkouté, J. Y. (2023). Développement de l'esprit critique des apprenants à partir de la classe d'histoire : compétences transversales et innovation pédagogique. *L'IMPACT*, (2), 161–171.
<https://doi.org/10.34874/PRSM/limpact-vol1iss2.45202>
14. OECD. (2019). PISA 2018 results (Volume I): What students know and can do. Paris: OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
15. OECD. (2021). PISA 2021 science framework. Organisation for Economic Co-operation and Development.
<https://doi.org/10.1787/efc5c70c-en>

16. Orion, N. (2007). A holistic approach for science education for all. *Science Education International*, 18(2), 99–114.
17. Osborne, J. (2015). Practical work in science: Misunderstood and badly used? *School Science Review*, 96(357), 16–24.
18. Osborne, J., & Dillon, J. (2020). *Science education in Europe: Critical reflections*. London: The Nuffield Foundation.
19. Piaget, J. (1970). *Psychologie et épistémologie*. Paris: Denoël.
20. Sabrié, M.-L., Nisin, R., & Miguères, M.-E. (2018). Des sciences citoyennes pour le développement durable. *La Lettre de l'OCIM*, 178, 26–31. <https://doi.org/10.4000/ocim.2676>
21. Talbot, L. (2008). Les sciences de l'éducation et la formation des acteurs de l'enseignement du premier degré : utilité et visibilité sociale d'une discipline. *Recherches & éducations*, 1, 73–88. <https://doi.org/10.4000/rechercheseducations.442>
22. Tiberghien, A. (2000). Designing teaching situations in the secondary school. In R. Millar, J. Leach, & J. Osborne (Eds.), *Improving science education: The contribution of research* (pp. 27–47). Buckingham: Open University Press.
23. Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
24. Zerrouqi, Z. (2015). Les performances du système éducatif marocain. *Revue internationale d'éducation de Sèvres*, 70, 22–28. <https://doi.org/10.4000/ries.4474>

The Performance of Small-Town Water Systems in the Upper West Region of Ghana

Patrick Aaniamenga Bowan

Department of Civil Engineering,
Dr. Hilla Limann Technical University, Wa, Upper West Region, Ghana

Adams Duma Amin

Community Water and Sanitation Agency,
Wa East District, Funsu Water System, Upper West Region, Ghana

[Doi:10.19044/esj.2026.v22n11p20](https://doi.org/10.19044/esj.2026.v22n11p20)

Submitted: 03 March 2026

Accepted: 13 April 2026

Published: 30 April 2026

Copyright 2026 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Bowan, P.A., & Amin, A.D. (2026). *The Performance of Small-Town Water Systems in the Upper West Region of Ghana*. European Scientific Journal, ESJ, 22 (11), 20.

<https://doi.org/10.19044/esj.2026.v22n11p20>

Abstract

Small-town water systems are supply systems designed mainly for residents in rural or peri-urban areas in many developing countries. This study investigated the performance of small-town water systems in the Upper West Region (UWR) of Ghana, focusing on functionality, management practices, and sustainability issues. It used an exploratory research design and combined both qualitative and quantitative methods, including surveys and interviews with water users, system operators, and officials from the Community Water and Sanitation Agency (CWSA). Results showed that although most small-town water systems were operational, they functioned below optimal levels, with overall coverage remaining under 3% across all selected districts. Major technical problems included frequent pump failures (46%), pipe leakages (22%), and unreliable power supply (16%). More than half of the system operators lacked sufficient training, and community involvement in water management was rare, as control was predominantly centralised within the CWSA. The study recommends adopting solar-powered mechanised water systems to minimise power-related disruptions, along with a comprehensive approach to water system management that encompasses technical efficiency, financial accountability, strong institutional collaboration, and inclusive community ownership to ensure sustainability and the optimal performance of

small-town water systems in the UWR and similar systems in other developing countries.

Keywords: Water Systems, Systems Performance, Water Supply, Pump Failure, Pipe Leakages, Systems Functionality

Introduction

Access to clean and reliable drinking water is a fundamental human right and a vital part of improving life and promoting sustainability. Unfortunately, over two billion people worldwide still face challenges in accessing safe drinking water, particularly in rural regions of sub-Saharan Africa (Matchawe et al., 2022; Nyika & Dinka, 2023). According to the World Health Organisation (WHO) and United Nations Children’s Fund (UNICEF) Joint Monitoring Programme (JMP) for Water Supply, Sanitation and Hygiene 2023 update, 27% of the global population (2.2 billion people) lacked “safely managed drinking water,” 43% of the global population (3.5 billion people) lacked “safely managed sanitation,” and 25% of the global population (2.0 billion people) did not have access to a handwashing facility with soap and water at home.

Consequently, small town water systems, which are water supply setups mainly designed for people living in rural areas or small towns near cities (peri-urban areas), are used to supply water in many developing countries. Small towns are settlements that are large and dense enough to benefit from the economies of scale offered by piped systems, but too small and dispersed to be managed efficiently by a conventional urban water utility (Yap et al., 2023). They require formal management arrangements, a legal basis for ownership and management, and the capacity to expand to meet growing water demand (Pointet, 2022). Typically, small towns have populations between 5,000 and 50,000, although they can be larger or smaller (Vilcea et al., 2024). Common types of small water systems include hand-pumped boreholes, which allow people to manually extract underground water, rainwater harvesting systems that collect and store rainwater for later use, small piped-water networks serving a single village or area, and solar-powered boreholes that utilise sunlight to pump water from underground. These systems are particularly useful because they are simple to operate and perform well even in remote areas with limited resources.

Measuring the performance of small water systems involves evaluating both technical and non-technical factors. Therefore, one of the most important indicators is functionality, which indicates whether the water system is active at the time of inspection (Zulkifli et al., 2022). A functional system guarantees that pumps, taps, and other infrastructure are in proper working order and that water flows without long interruptions. Another key measure of small water

system performance is the service level provided to users, including the amount of water available per person each day, the distance to the water source, and the overall reliability of supply (Odjegba et al., 2023). A higher service level means people can access sufficient water near their homes and depend on the system to operate consistently, without frequent breakdowns.

Water quality is also a vital performance indicator, focusing on whether the water supplied is safe for human consumption (Perveen & Amar-Ul-Haque, 2023). This is typically assessed through laboratory testing for microbiological contaminants, such as *Escherichia coli*, and chemical pollutants, including arsenic, fluoride, and nitrates, as maintaining good water quality is essential for safeguarding public health and preventing waterborne diseases. The sustainability of a small water system is another important aspect of performance measurement. Sustainability refers to the system's ability to continue functioning effectively over time, considering financial, technical, and institutional factors (Farghali et al., 2023; Martínez-Peláez et al., 2023). Financial sustainability depends on the availability of adequate funds for maintenance and repairs, while technical sustainability relates to the availability of spare parts and skilled technicians, and institutional sustainability requires a competent management structure to oversee operations. Alongside these core indicators, other measures commonly used to evaluate small water system performance include community satisfaction, the ability to recover operational costs through user fees, and the speed at which faults are repaired (Sukma & Leelasantitham, 2022; Zhang et al., 2024). These metrics offer a broader understanding of how well the system meets user needs and how efficiently it is managed.

Despite these established benchmarks, many small water systems fail to meet even basic performance standards. A study in Ghana found that numerous systems suffer from frequent technical breakdowns, delayed repairs, and inadequate maintenance regimes, which undermine both reliability and long-term sustainability (Mantey et al., 2024). These challenges highlight the need for stronger management practices, better funding mechanisms, and improved maintenance strategies to ensure consistent service delivery. Small-town water systems in Ghana, primarily managed by the CWSA, provide piped water to rural and peri-urban communities, with over 500 small-town piped schemes in operation as of 2021. These systems often utilise groundwater, using boreholes powered by solar or electric pumps, managed by local Water and Sanitation Management Teams (WSMTs). The Upper West Region (UWR) was the first region to commence the CWSA reform programme by incrementally participating in the management of Small Towns Piped Water Supply Systems (STPWSSs). The region piloted its reform programme on Lawra, Nandom, Tumu, Jirapa and Gwollu Water Systems in July 2017. Following the success of the pilot programme, the region scaled up

its direct management to cover eleven (11) additional STPWSSs, namely, Kpongu, Busa, Manwe, Goripie, Wechiau, Kaleo, Nadowli, Daffiama, Lambussie, Hamile-Happa and Funsu Water Systems (Community Water and Sanitation Agency, 2023).

Therefore, this study investigates the performance of small-town water systems in the UWR, Ghana. Aside from Wa, the regional capital of the UWR, small-town water sources such as boreholes with hand pumps, mechanised wells, and small piped networks are the primary sources of water supply for the other towns and villages in the UWR. While some of these systems function reliably, many do not. Frequent breakdowns, seasonal water shortages, and poor maintenance often leave communities without safe water for extended periods. This situation poses serious health risks and disrupts daily life, especially for women and children, who are typically responsible for collecting water. Although many studies have examined the challenges faced by rural water systems in Ghana (Angmor et al., 2024; Boasinke & Braimah, 2022), most focus on the country as a whole or highlight broad national trends. Consequently, there is limited research that examines the performance of small-town water systems in the UWR in detail, considering the region's unique social, economic, environmental, and institutional contexts. Without such a local perspective, understanding the specific issues affecting small water systems in this part of the country remains challenging. This study aims to fill this gap and contribute to improving public health, enhancing water quality, and increasing the sustainability of small-town water infrastructure in Ghana and other developing nations. The findings are expected to offer actionable insights to inform policy decisions, strengthen monitoring systems, and promote more sustainable management of small water systems.

1.0 Methods

2.1 The study Area

The study was carried out in the UWR of Ghana, where most residents live in rural communities and mainly depend on small-town water systems for their water supply. The UWR of Ghana includes 22 STPWSS that rely on groundwater, serving communities typically with populations between 2,000 and 50,000. Since 2017, these systems have been managed primarily by the CWSA to provide sustainable, potable water, despite facing issues such as poor maintenance, financial mismanagement, and climate-induced shortages. The STPWSS in the UWR are illustrated in Figure 1.

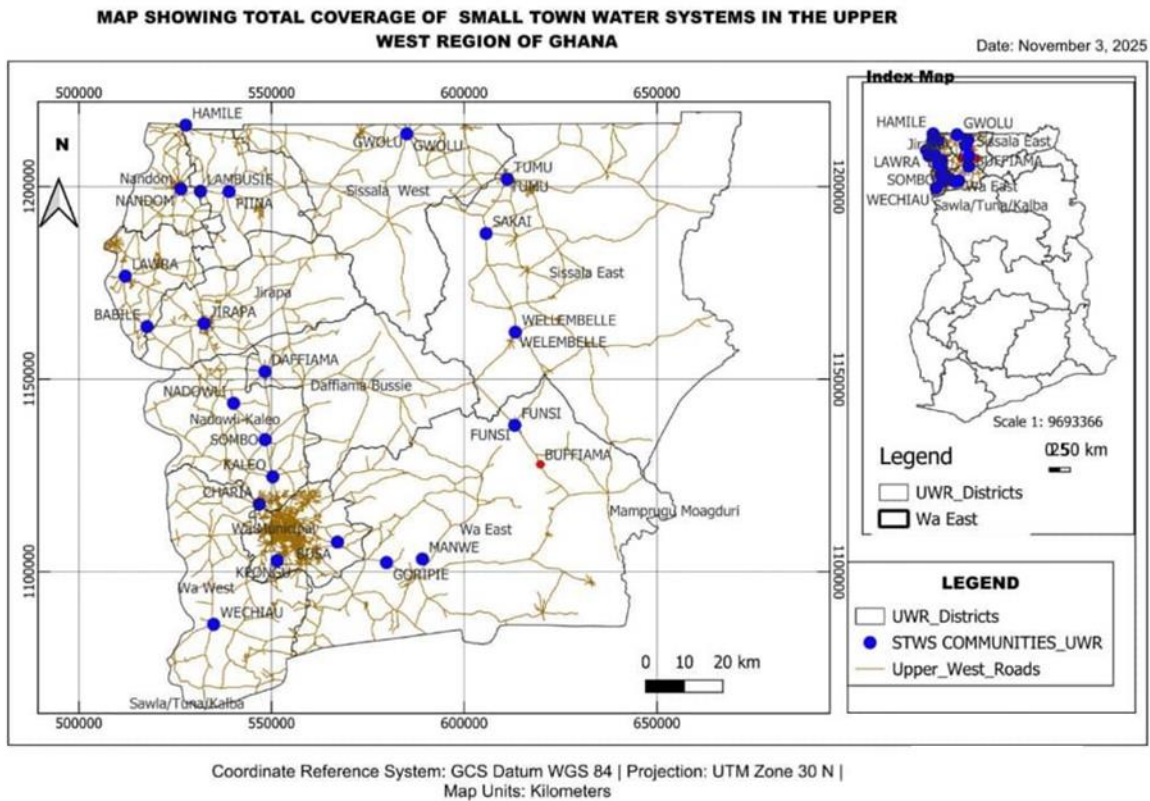


Figure 1: STPWSS in the UWR managed by the CWSA

2.2 Research Design, Data Collection, and Analysis

The study adopted an exploratory research design and employed both qualitative and quantitative methods. Additionally, the study used stratified random sampling to select the water systems, as shown in Table 1. The water systems were initially categorised based on location, type of system, and whether they were functioning well, partly functioning, or not functioning at all. Systems from each category were then randomly selected for the study. Subsequently, six water systems were chosen: the Nandom system in the Nandom Municipal Assembly, the Kaleo system in the Nadowli District, the Funsi system in the Wa East District, the Wellembelle system in the Sissala East District, the Gwollu system in the Sissala West District, and the Guropie system in the Wa East District. Within the communities served by these water systems, households were randomly sampled for a questionnaire survey, using simple random sampling. Simple random sampling is a probability sampling method where every member of the population (households) has an equal chance of being selected. Accordingly, due to randomisation, this method often yields high internal and external validity (Chassang & Kapon, 2022).

Focus group discussions and interviews were also conducted with stakeholders, including members of water user associations, system operators, members of the water and sanitation committee, district water officers, officials from CWSA, and non-governmental organisations (NGOs) operating in the water sector. The study population consisted of two hundred (200) water users and twenty-five (25) stakeholders, comprising system operators, members of water and sanitation committees, district water officers, CWSA officials, and NGOs. All the studied water systems had four stakeholders each, depending on those stakeholders who participated in the focus group discussion, except for the Nandom water system, where the researcher got five stakeholders for the focus group discussion. These groups were chosen because they play vital roles in the provision, operation, and management of small water systems, and their insights were essential for understanding both the technical and institutional factors affecting system performance.

Table 1: STPWSS Strata for the Data Collection

Status of STPWSS		
Functioning Well	Partly Functioning	Not Functioning at All
➤ Tumu	➤ Wellembele*	➤ Gwollu*
➤ Lawra	➤ Kpongu	➤ Pina
➤ Nadowli	➤ Chairia	➤ Sombo
➤ Nandom*	➤ Busa	➤ Sakia
➤ Jirapa	➤ Dafiana	➤ Manwie
➤ Hamile	➤ Lambusie	➤ Guropie*
➤ Babelli	➤ Funsi*	
➤ Wechiau		
➤ Kaleo*		

*Selected water systems for the study

The data for the study were collected using a questionnaire and interviews. The questions focused on whether the water systems were operational, their reliability, the level of users' trust in water quality, the frequency of breakdowns, and overall user satisfaction. To validate the research instrument, all questions with scales were tested for reliability using Cronbach's Alpha. An alpha value of at least 0.700 is deemed acceptable, as it indicates the internal consistency of the instrument in measuring the same constructs (Mazhar et al., 2021). Additionally, focus group discussions were held with key stakeholders such as system operators and water vendors. Key informant interviews involved water committee members, CWSA officials, and NGOs, providing deeper insights into management practices, financial challenges, and institutional arrangements of the water systems. The quantitative data were analysed with the Statistical Package for Social Sciences (SPSS) software version 24.0, and the results were presented through descriptive statistics, including percentages and charts. Furthermore, ethical considerations were thoroughly addressed. Participation was voluntary, and

participants were informed of the study's purpose before consenting to take part.

2.0 Results

This section highlights community opinions on access, availability, safety, and the management of water systems, along with officials' views on technical challenges, funding, and policy support. By comparing community responses with those of officials, this section offers a clear understanding of the strengths and weaknesses of the studied water systems and identifies areas needing improvement for sustainable management.

3.1 Preliminary Analysis

Cronbach's Alpha measures internal consistency, showing how well a set of items fits together, with values from 0 to 1. Higher values mean greater reliability, with a common threshold of 0.70 or above. The construct "small town water systems performance in the UWR" has a Cronbach's Alpha of 0.82. This exceeds the 0.70 threshold, indicating acceptable reliability. This suggests that the variables used to evaluate the performance of small-town water systems in the UWR are reasonably consistent, although there is potential for improvement in the scale's design or item selection.

3.2 Demographic Information of Respondents

The majority of respondents were female (80.5%), while males accounted for 19.5%. This was a significant finding because in many rural communities, women are the primary users and managers of household water. They are typically responsible for fetching, storing, and using water for domestic purposes such as cooking, washing, and sanitation. Therefore, their higher representation in this survey ensured that the findings captured the perspectives of those who were most directly involved in water-related activities.

Regarding the age distribution of the respondents, the largest group was within the 21–30 years range (36%), as shown in Figure 2. This age group is typically active in both household and community responsibilities, which means their perspectives offered valuable insights into the functioning and management of the water systems. Conversely, only a small number of respondents (2%) were between 16 and 20 years of age, indicating limited participation from younger individuals, possibly because they were still at school or less involved in household water responsibilities. Overall, the age distribution suggests that the study reflected the views of the most active working-age population, who are directly affected by water challenges and likely to be involved in community water management activities.

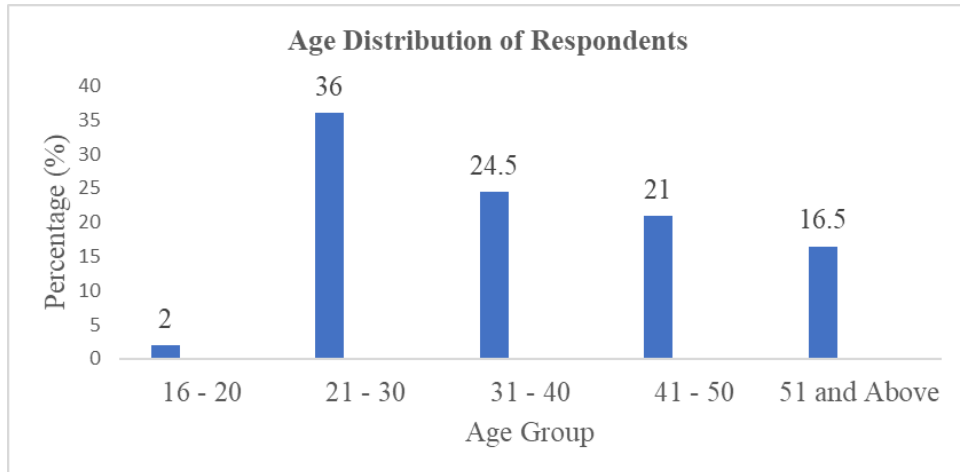


Figure 2: Age Distribution of the Respondents

3.3 The Performance of the Small-Town Water Systems in the UWR

3.3.1 Officials' Rating of the Functionality of the Water Systems

The responses from officials regarding the assessed water systems' functionality showed varying performance levels, as depicted in Figure 3. Most respondents (48%) rated the water systems as fair because they experienced intermittent operation, frequent breakdowns, or inadequate water supply to meet community needs. In comparison, 20% of respondents rated the systems as poor. Overall, the findings indicated that most small water systems in the UWR were operational but not optimal. The prevalence of “fair” ratings emphasises the need for improved maintenance, better technical support, and stronger management practices to enhance performance and ensure sustainable water service delivery. Consequently, many small-town water systems face premature failure within a 10-year design period, requiring significant capital maintenance that can cost six times more than regular, ongoing upkeep (Palash Chandra, 2026).

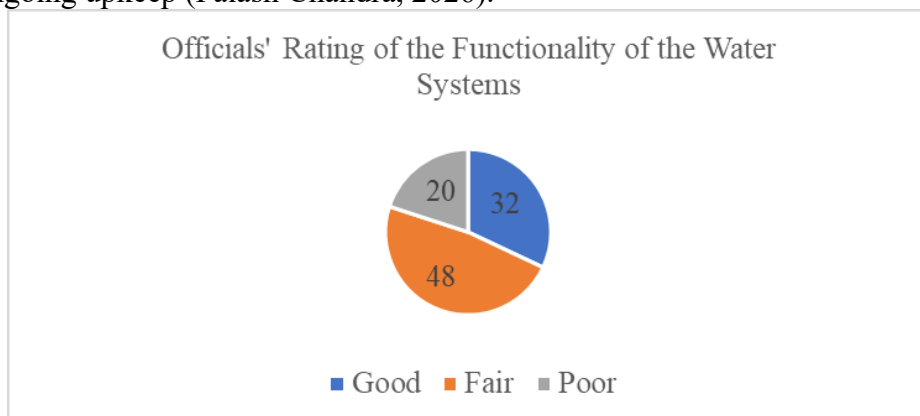


Figure 3: Rating of the Water Systems Functionality

3.3.2 *Water Users' Satisfaction with the Water Systems*

The evaluation of small-town water systems by water users offers valuable insights into user satisfaction. As shown in Figure 4, most respondents (77.0%) indicated that they were dissatisfied with their water system's performance. Only 13.5% expressed satisfaction, with a very small proportion, 1.5%, reporting being very satisfied with the water systems' functioning. The findings suggest that water users' satisfaction was generally low. The widespread dissatisfaction among water users could be attributed to ongoing issues such as irregular water supply, frequent breakdowns, poor water quality, and inadequate coverage.

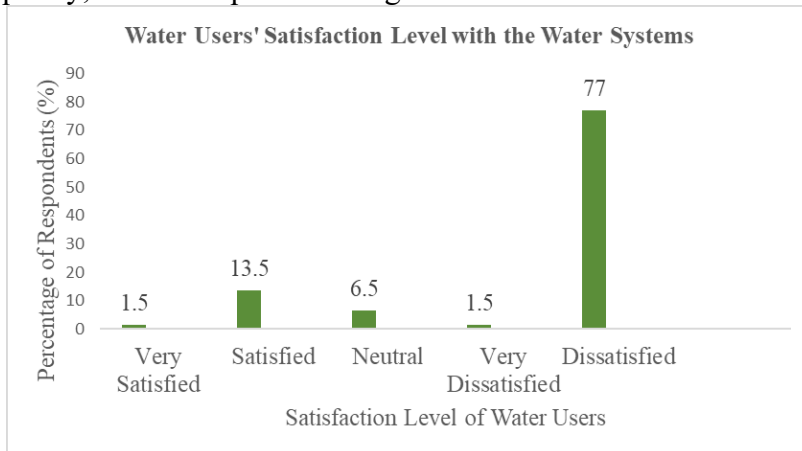


Figure 4: Water Users' Satisfaction Level with the Water Systems' Functionality

The low satisfaction with the functionality of water systems is supported by other researchers who observed that water users' satisfaction with small-town water systems is generally mixed. It is often characterised by high appreciation for the improved convenience of having a local source, but also accompanied by significant dissatisfaction regarding water quality, reliability, and maintenance (Kosoe et al., 2025; Osumanu et al., 2022). This highlights the need for improved maintenance, effective management, and regular monitoring to enhance service delivery and meet community water needs in the UWR.

3.3.3 *Coverage of Water Supply from the Water Systems*

The assessment of small-town water systems across the six selected districts in the UWR showed that coverage levels are generally low, with notable differences in functionality among the districts. Overall, the findings indicated that the coverage of water distribution from small-town water systems across the districts was very low, below 3% in each of the study districts. Although all the studied districts have more than 130 communities, only the Wa East District, with 148 communities, had four communities with

small-town water systems (2.7% district-wide coverage); the remaining districts had three or fewer communities with small-town water systems. Furthermore, the high rate of non-functionality among existing systems remains a significant obstacle to achieving fair water access. However, an official of the CWSA, through an informal interview, revealed that “*the coverage of water in the districts has increased significantly in recent times due to donor-supported projects installing piped systems, leading to over 27 small-town systems in the UWR*”. Despite this, there is a need for strategic actions, including rehabilitating non-functional systems, expanding water infrastructure to underserved communities, and strengthening management and maintenance mechanisms to improve the long-term sustainability of water systems in the UWR.

3.4 Sustainability Challenges of the Small-Town Water Systems

3.4.1 Technical Challenges

Officials and staff of NGOs were presented with five technical challenges of the water systems (pump failure, pipe leakages, electricity/power problems, inadequate storage reservoirs, and water quality concerns) to identify which were more prominent. The most common technical issue facing small-town water systems was pump failure, with 48% of the respondents reporting this as the main challenge in the UWR, as shown in Figure 5. This indicates frequent breakdowns of pumping equipment, often leading to service disruptions and higher maintenance costs. The second most reported problem was pipe leakage, with 32% of respondents citing it as a challenge, implying that ageing infrastructure and poor maintenance practices may contribute to significant water losses. Water quality concerns were the least reported technical issue, likely because borehole water is generally of good quality unless polluted by human activities.

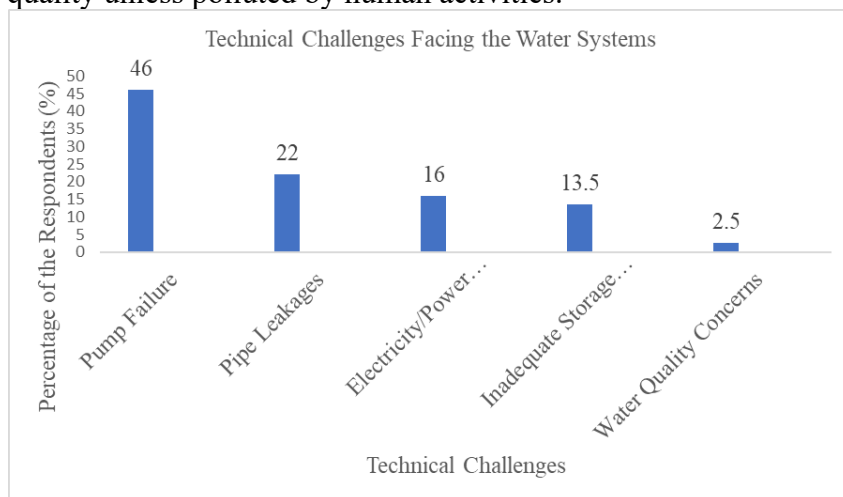


Figure 5: Technical Challenges Facing Small-Town Water Systems in the UWR

Many small-town networks depend on outdated, inefficient, or dilapidated pipes and equipment, and maintenance is often reactive rather than preventative, resulting in long downtimes and service disruptions when systems fail (Spoceter, 2023). Therefore, regular maintenance, technical training for local operators, and reliable power supply solutions or solar-powered water systems, alongside the timely replacement of ageing infrastructure, are vital for ensuring sustainable water service delivery in the UWR.

3.4.2 Technical Capacity of the Water Systems Officials

The study identified a significant gap in capacity building for those managing water systems. Over half of the officials (52%) reported that no training was provided to water committee members or system operators. This lack of training limited their ability to carry out effective maintenance, problem-solving, and long-term system management. However, 48% of water systems officials said they had received some training; many noted, however, that this training was irregular. Irregular training may impart some skills, but is insufficient to develop the technical expertise and management capacity needed for reliable and sustainable water service delivery. The technical capacity of small-town water system managers is a key factor in the sustainability of water supply systems, often hindered by limited resources, lack of specialised training, and reliance on reactive maintenance strategies (Angmor et al., 2024). Consequently, in many developing contexts, especially in rural Ghana, water management depends on Community Ownership and Management (COM) models, which often face challenges in technical oversight and maintenance.

3.4.3 Financial Challenges

The study revealed that financial constraints continue to pose significant challenges to the effective operation and maintenance of small-town water systems in the UWR. Most water system managers (48%) identified irregular payments by consumers as the most critical issue, as shown in Figure 6. This irregularity often leads to inadequate revenue generation, limiting the ability of management committees to fund repairs and operational expenses. Moreover, high repair costs (22%) were highlighted as another major challenge. The expense of spare parts and technical services makes it difficult for communities to maintain systems regularly, especially when revenues are irregular. Additionally, some respondents pointed out a lack of external funding, indicating limited financial support from government or development partners for system rehabilitation and expansion. Low tariff revenue was also emphasised, suggesting that current tariffs are often insufficient to cover operating costs.

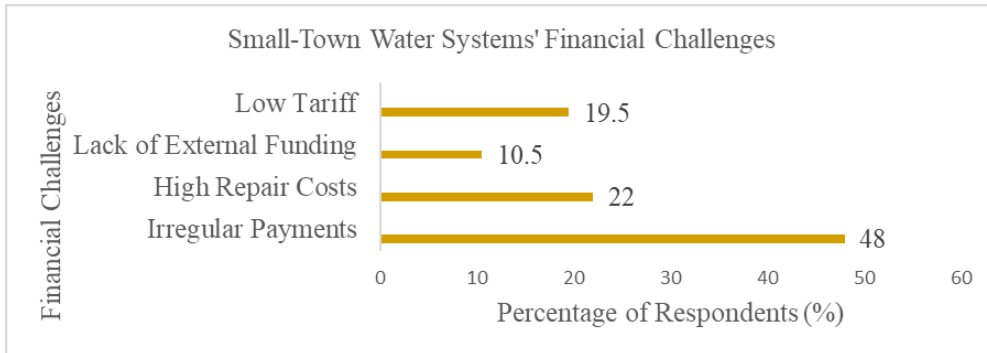


Figure 6: Financial Challenges facing Small-Town Water Systems in the UWR

Small-town water systems often face significant financial instability due to insufficient revenue, high costs of capital maintenance, and limited management capacity (Musiimenta et al., 2023). These systems deal with ageing infrastructure, low tariffs that do not cover operational costs, and over-reliance on unreliable donor funding.

3.5 Management of the Small-Town Water Systems

The study revealed that community participation in the management of small-town water systems was generally low. A majority of water users (56%) indicated that the communities were somewhat involved. In comparison, 36% stated that communities were not involved at all in managing the water systems, with only 8% of respondents reporting high levels of community involvement. Community involvement in small-town water systems, often structured as community-based management, is crucial for sustainable, locally appropriate water supply and sanitation, as it enhances accountability, fosters ownership, and utilises local knowledge for operation, maintenance, and, increasingly, water quality monitoring to ensure long-term resilience (Geremew et al., 2024; Machado et al., 2022). However, the role of communities in management, monitoring, and maintenance was limited. The moderate or low levels of participation may be attributed to weak institutional structures, lack of training, inadequate inclusion in decision-making, or a low sense of ownership among community members. To improve system performance and ensure sustainability, there is a need to strengthen community involvement through capacity building, awareness-raising, and the inclusion of local representatives in water management committees. Empowering communities to take active roles in planning, monitoring, and financial oversight can enhance ownership and ensure the long-term functionality of small-town water systems.

Regarding support from government and NGOs for small-town water systems, the study found that this was generally limited and inconsistent. The

most common form of assistance reported by the officials was financial support (28%), followed by training and capacity building (24%). Government and NGO support for small-town water systems, particularly in developing regions, focuses on funding infrastructure (boreholes, piped systems), technical assistance, and management capacity building (Dakyaga et al., 2023). Key initiatives include grants for solar-powered systems, rehabilitation of existing facilities, and the promotion of sustainable, community-led management models to ensure long-term, safe access to water.

Furthermore, the study indicated that the CWSA, the agency responsible for rural water supply, played the most prominent role in managing small-town water systems in the UWR, as 76% of respondents confirmed. This shows that management of most systems remained highly centralised, with limited delegation to community or local authorities. The dominance of CWSA in management may ensure some level of technical oversight; however, it can also restrict local ownership, accountability, and responsiveness to community-specific issues. The limited involvement of system operators and local authorities may lead to weak maintenance practices, slow responses to breakdowns, and low community participation, which ultimately undermine system sustainability.

3.6 Multinomial Logistic Regression Analysis on the Performance of the Water Systems

The study employed multinomial logistic regression analysis to investigate the relationship between the water systems' performance and the systems' functionality and sustainability drivers, as indicated in Table 3. The dependent variable categories were technical sustainability, with the nominal variables as pump failure, pipe leakage, electricity/power challenges, inadequate storage, and water quality issues; and financial sustainability, with the nominal variables as inadequate external funding, repair cost, and irregular payment. The Multinomial logistic regression is a classification method used to predict a nominal dependent variable with three or more unordered categories based on one or more independent predictor variables (Li et al., 2024). The multinomial logistic regression was highly appropriate for analysing the small-town water systems' performance because it effectively handled non-numeric, categorical, and nominal outcomes that define the systems' functionality (fully functioning and partially functioning). Unlike linear regression, it can model multiple, non-ordered choices or statuses, making it ideal for classifying water systems into performance categories. The analysis revealed that the partial water systems' performance was significantly predicted by decreased pipe leakages. Electricity/power challenges were more positive between the partial and peak water systems' performances. Pipe leakages and electricity/power problems also significantly distinguished peak

water systems performance, with the same direction of association as in the partial water systems performance. The model produced 21% of the variance of the water systems' performance in the UWR.

Table 3: Multinomial Logistic Regression Analysis of the Water Systems Performance

Variable	Partial Water Systems' Performance					Full Water Systems' Performance				
	B	SE B	p value	β	95% CI	B	SE B	p value	β	95% CI
Technical Sustainability										
Pump Failure	-1.551	2.324	0.505	0.122		-1.556	2.276	0.494	–	
Pipe Leakages	-0.001	0.000	0.003	0.999	0.998 – 1	-0.001	0.000	0.022	0.999	0.999 – 1
Electricity/Power	1.562	0.451	0.001	4.767	1.968 – 11.55	1.699	0.436	0.000	5.470	2.326 – 12.86
Inadequate Storage	-0.027	0.589	0.963	0.973	0.307 – 3.08	0.233	0.580	0.688	1.262	0.405 – 3.93
Water Quality	-0.006	0.020	0.779	0.994	0.957 – 1.03	0.012	0.019	0.542	1.012	0.974 – 1.05
Financial Sustainability										
External Funding	-0.724	1.364	0.596	0.485	0.033 – 7.03	0.925	1.341	0.490	2.522	0.182 – 34.89
Repair Cost	-1.209	1.211	0.318	0.299	0.028 – 3.2	-0.139	1.200	0.908	0.870	0.083 – 9.14
Irregular Payment	-0.176	1.256	0.888	0.839	0.072 – 9.82	0.353	1.246	0.777	1.423	0.124 – 16.35

B = Unstandardised regression coefficient; SE B = standard error of the coefficient;
 β = Standardised coefficient; Pseudo R2 Nagelkerke = 0.210, n = 225.

4.0 Discussion

The findings of the study indicated that most small-town water systems in the UWR were functional but operated below optimal levels. This aligns with Sharpe et al. (2022), who reported that nearly 25% of rural and small-town water systems in sub-Saharan Africa are non-functional at any given time due to technical breakdowns and poor maintenance structures. The predominance of “fair” functionality ratings in this study (48%) suggests that while systems are operational, they face intermittent interruptions and reduced efficiency, a trend also identified by Nyanyofio et al. (2022), who noted that inconsistent service delivery often stems from irregular preventive maintenance and inadequate funding mechanisms.

The high rate of pump failures (46%) and pipe leakages (22%) indicates ongoing technical challenges noted in previous research. ActionAid Ghana (2025) and Achum Adeenze-Kangah (2022) both underscored that frequent mechanical failures are usually caused by limited technical skills, poor access to spare parts, and weak local maintenance systems. Likewise, the instability of power supply (16%) reflects findings by Geremew et al. (2024) in Eastern Ethiopia, which highlighted the vulnerability of small-town systems to unreliable grid connections, emphasising the need for alternative energy sources such as solar power, as recommended in this study.

The study’s observation that over half of system operators had not received regular training aligns with Abubakari et al. (2025), who found that many WSMTs in Ghana lack the technical capacity to manage infrastructure sustainably. The absence of structured training programmes leads to prolonged system downtime and reliance on external technical support, as also reported by the (International Water and Sanitation Centre (IRC) Ghana, 2025). This

reinforces the argument by Powe et al. (2022) that the sustainability of small-town systems heavily depends on ongoing local capacity development and institutional support. Financial constraints are another major issue, consistent with findings by the Safe Water Network (2021) and Cannon et al. (2022), who noted that irregular tariff payments and high maintenance costs undermine cost recovery in community-managed water systems.

Low community participation in water management, reported by 56% of respondents, also aligns with the findings of Rijal (2023) and Abas et al. (2023), who observed that limited involvement in decision-making diminishes local ownership and accountability. When community participation is weak or symbolic, system maintenance declines, as noted by Abid et al. (2024). Conversely, studies by Mutanda & Nhamo (2024) show that inclusive participation, especially involving women, enhances system functionality, transparency, and long-term sustainability. This supports the present study's recommendation for gender-inclusive and participatory management practices.

The limited government and NGO support identified in this study reflects similar trends documented by (Ngochemmbo et al., 2025), who found that post-donor withdrawal often leaves systems without consistent oversight or funding. The finding that most management roles are dominated by the CWSA (76%) highlights the ongoing challenge of over-centralisation noted by Hamzah et al. (2026). This management model, while technically advantageous, often weakens local accountability and community ownership, a concern echoed by (Sofyani et al., 2022) with evidence from Indonesia, where they advocated for decentralisation and local empowerment.

Overall, the study's findings closely match prior literature, reaffirming that the sustainability of small-town water systems relies on a balanced mix of technical reliability, financial stability, institutional support, and community participation. Nonetheless, ongoing gaps in training, maintenance, and policy enforcement underline the need for systemic reforms that extend beyond infrastructure to include long-term governance and financial planning mechanisms.

Conclusion

This study assessed the performance of small-town water systems in the UWR of Ghana, focusing on their functionality, operational challenges, and management practices. It used an exploratory research design and combined qualitative and quantitative methods. The findings showed that, although most small-town water systems are operational, they operate below optimal levels. Coverage remains very low, under 3% in all selected districts. Major obstacles to consistent service delivery included frequent pump failures (46%), pipe leakages (22%), and unstable power supplies (16%). Additionally,

technical breakdowns, lack of spare parts, and poor maintenance practices were the most pressing issues. A lack of technical capacity was also evident, as over half of the operators and water committee members reported receiving no formal training. Financial difficulties, including irregular user payments (48%) and high repair costs (22%), further hinder the systems' ability to sustain operations. These results are consistent with previous studies emphasising that inadequate funding and limited technical support undermine rural water system performance. Moreover, management of most systems was overly centralised under the CWSA, with limited involvement from local authorities or community representatives, which reduced community ownership and responsiveness to local issues. To promote the long-term sustainability and optimal performance of small-town water systems in the UWR and similar systems in other developing countries, the study recommends a comprehensive approach that includes technical efficiency, financial accountability, robust institutional collaboration, and inclusive community ownership. The authors acknowledge that excluding technical data such as water production figures, pumping rates, system downtime statistics, hydraulic performance, and water loss or leakage measurements is a limitation of this research.

Conflict of Interest: The authors reported no conflict of interest.

Data Availability: All data are included in the content of the paper.

Funding Statement: The authors did not obtain any funding for this research.

Declaration for Human Participants: The Department of Civil Engineering at Dr. Hilla Limann Technical University approved the study. Informed consent was obtained from all subjects involved in the study. Participants were informed that all data would be treated confidentially, used for academic purposes, and recorded anonymously.

References:

1. Abas, A., Arifin, K., Ali, M. A. M., & Khairil, M. (2023). A systematic literature review on public participation in decision-making for local authority planning: A decade of progress and challenges. *Environmental Development*, 46, 100853. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2023.100853>
2. Abid, S. K., Sulaiman, N., Al-Wathinani, A. M., & Goniewicz, K. (2024). Community-based flood mitigation in Malaysia: Enhancing public participation and policy effectiveness for sustainable resilience. *Journal of Global Health*, 14, 04290.

- <https://doi.org/10.7189/jogh.14.04290>
3. Abubakari, M. A., Kanlisi, S. K., & Sumbo, D. K. (2025). Understanding gender responsiveness and the role of WSMTs in the governance of rural water infrastructure in Ghana. *Discover Water*, 5(1), 71. <https://doi.org/10.1007/s43832-025-00286-y>
 4. Achum Adeenze-Kangah, H. (2022). Maintenance of rural water supply facilities in the Builsa North District of the Upper East Region of Ghana. *Ghana Journal of Geography*, 14(1), 101–121. <https://doi.org/10.4314/gjg.v14i1.6>
 5. ActionAid Ghana. (2025, September). *Building Resilient Communities through Water Governance: ActionAid Ghana trains community committees on Borehole Management under the EU-REACH-funded CAPs Project*. <https://ghana.actionaid.org/news/2025/building-resilient-communities-through-water-governance-actionaid-ghana-trains-community>
 6. Angmor, E., Frimpong, L. K., Mensah, S. L., & Okyere, S. A. (2024). Exploring the institutional barriers to rural water management in Ghana. *Water Policy*, 26(9), 921–940. <https://doi.org/10.2166/wp.2024.130>
 7. Boasinke, R. K., & Braimah, I. (2022). Sustaining Water Systems in Rural and Small Towns in Ghana: The Role of Traditional Authorities in the Krachi West District. *European Scientific Journal, ESJ*, 18(3), 10. <https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n3p10>
 8. Cannon, R. A., Mihelcic, J. R., Ghebremichael, K., & Zhang, Q. (2022). Strategies to Improve Performance of Community-Managed Water Systems with System Dynamics Modeling. *Journal of Environmental Engineering*, 148(2), 04021079. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EE.1943-7870.0001958](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0001958)
 9. Chassang, S., & Kapon, S. (2022). Designing randomized controlled trials with external validity in mind (No. w30762). *National Bureau of Economic Research*.
 10. Community Water and Sanitation Agency. (2023). *Water and Sanitation Activities in the Upper West Region*. Water and Sanitation. <https://www.cwsa.gov.gh/upper-west-region-3/water-and-sanitation/>
 11. Dakyaga, F., Kosoe, E. A., & Alhassan, G. (2023). Everyday politics in collaborative governance of (non)networked water infrastructures in rural and small towns of Ghana. *Habitat International*, 139, 102904. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2023.102904>
 12. Farghali, M., Osman, A. I., Chen, Z., Abdelhaleem, A., Ihara, I., Mohamed, I. M. A., Yap, P. S., & Rooney, D. W. (2023). Social, environmental, and economic consequences of integrating renewable

- energies in the electricity sector: a review. In *Environmental Chemistry Letters* (Vol. 21, Number 3, pp. 1381–1418). Springer.
<https://doi.org/10.1007/s10311-023-01587-1>
13. Geremew, A., Nijhawan, A., Mengistie, B., Mekbib, D., Flint, A., & Howard, G. (2024). Climate resilience of small-town water utilities in Eastern Ethiopia. *PLOS Water*, 3(5), e0000158.
<https://doi.org/10.1371/journal.pwat.0000158>
 14. Hamzah, Z. L., Sulaiman, N. A., & Ismail, M. M. (2026). Public Governance, Service Delivery and Institutional Image. In *Concepts of Corporate Governance and Public Governance* (pp. 155–169). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-95-2449-5_8
 15. International Water and Sanitation Centre (IRC) Ghana. (2025, September). *Strengthening Local Systems for Sustainable WASH*.
<https://www.ircwash.org/news/strengthening-local-systems-sustainable-wash>
 16. Kosoe, E., Osumanu, I., & Ogwu, M. (2025). Reimagining Rural and Small-Town Water Supply in Ghana through Inclusive Governance and Sustainable Models. *Journal of Sustainability*, 1(2).
<https://doi.org/10.55845/jos-2025-1234>
 17. Li, L., Rysavy, M. A., Bobashev, G., & Das, A. (2024). Comparing methods for risk prediction of multicategory outcomes: dichotomized logistic regression vs. multinomial logit regression. *BMC Medical Research Methodology*, 24(1), 261. <https://doi.org/10.1186/s12874-024-02389-x>
 18. Machado, A. V. M., Oliveira, P. A. D., & Matos, P. G. (2022). Review of Community-Managed Water Supply—Factors Affecting Its Long-Term Sustainability. *Water*, 14(14), 2209.
<https://doi.org/10.3390/w14142209>
 19. Mantey, E. P., Kanwar, R. S., & Appiah-Effah, E. (2024). Assessment of Water Service Levels and User Satisfaction for Domestic Water Use in Emina-Boadi-Kumasi to Achieve the Sustainable Development of Urban Water Supply Systems in Ghana. *Water (Switzerland)*, 16(22).
<https://doi.org/10.3390/w16223193>
 20. Martínez-Peláez, R., Ochoa-Brust, A., Rivera, S., Félix, V. G., Ostos, R., Brito, H., Félix, R. A., & Mena, L. J. (2023). Role of Digital Transformation for Achieving Sustainability: Mediated Role of Stakeholders, Key Capabilities, and Technology. *Sustainability (Switzerland)*, 15(14). <https://doi.org/10.3390/su151411221>
 21. Matchawe, C., Bonny, P., Yandang, G., Cecile Yangoua Mafo, H., & J. Nsawir, B. (2022). Water Shortages: Cause of Water Safety in Sub-

- Saharan Africa. In *Drought - Impacts and Management*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.103927>
22. Mazhar, S. A., Anjum, R., Anwar, A. I., & Khan, A. A. (2021). Methods of Data Collection: A Fundamental Tool of Research. *Journal of Integrated Community Health (ISSN 2319-9113)*, 10(1), 6–10. <https://doi.org/10.24321/2319.9113.202101>
 23. Musiimenta, B. E., Tutusaus, M., & Schwartz, K. (2023). The practice of integrated asset management in Ugandan small towns. *Water Policy*, 25(3), 237–252. <https://doi.org/10.2166/wp.2023.213>
 24. Mutanda, G. W., & Nhamo, G. (2024). Gendered perspective on water security, rights and conflicts in sub-Saharan Africa: a systematic review. *Frontiers in Water*, 6, 1399415. <https://doi.org/10.3389/frwa.2024.1399415>
 25. Ngochemmbo, G. G., Tanka, V. D., Feh, N. N., Kedia, R. K., Lufung, L. N., Chenyi, A. N., & Fuekang, M. K. (2025). Stakeholder resource mobilisation and agribusiness project sustainability: insights from donor-funded rice projects in Cameroon. *Project Leadership and Society*, 14(5), 100206. <https://doi.org/10.1016/j.plas.2025.100206>
 26. Nyanyofio, J. G. T., Domfeh, K. A., Buabeng, T., Maloreh-Nyamekye, T., & Appiah-Agyekum, N. N. (2022). Governance and effectiveness of public–private partnership in Ghana’s rural-water sector. *International Journal of Public Sector Management*, 35(7), 709–732. <https://doi.org/10.1108/IJPSM-05-2021-0129>
 27. Nyika, J., & Dinka, M. O. (2023). *Water Challenges in Rural Sub-Saharan Africa* (pp. 39–55). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-26271-5_3
 28. Odjegba, E., Oluwasanya, G., Shittu, O., Idowu, O., & Brion, G. (2023). Service level indicators evaluation of water supply systems: water users’ perspective. *Urban Water Journal*, 20(10), 1532–1540. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2022.2134039>
 29. Osumanu, I. K., Zumayelleh, E. A., & Kosoe, E. A. (2022). Sustainability of community-managed small town and rural water systems in northern Ghana: lessons from Upper West Region. *Community Development Journal*, 57(1), 93–111. <https://doi.org/10.1093/cdj/bsab015>
 30. Palash Chandra, P. C. (2026). Artificial Intelligence Based Predictive Modeling for Structural Health Monitoring and Failure Risk Assessment in Water and Sanitation Infrastructure. *International Journal of Scientific Interdisciplinary Research*, 07(01), 325–370. <https://doi.org/10.63125/njg70d76>

31. Perveen, S., & Amar-UI-Haque. (2023). Drinking water quality monitoring, assessment and management in Pakistan: A review. In *Heliyon* (Vol. 9, Number 3, p. e13872). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13872>
32. Pointet, T. (2022). The United Nations World Water Development Report 2022 on groundwater, a synthesis. *LHB: Hydrosience Journal*, 108(1). <https://doi.org/10.1080/27678490.2022.2090867>
33. Powe, N. A., Connelly, S., & Nel, E. (2022). Planning for small town reorientation: Key policy choices within external support. *Journal of Rural Studies*, 90, 65–75. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2022.01.009>
34. Rijal, S. (2023). The Importance of Community Involvement in Public Management Planning and Decision-Making Processes. *Journal of Contemporary Administration and Management (ADMAN)*, 1(2), 84–92. <https://doi.org/10.61100/adman.v1i2.27>
35. Safe Water Network. (2021, November). *Social Impact Study on Piped-Connection Services for Safely Managed Water*. <https://safewaternetwork.org/knowledge-hub/social-impact-study-on-piped-connection-services-for-safely-managed-water/>
36. Sharpe, T., Iribagiza, C., Iorkumbur, E., Coyle, J., Fenwick, C., Greggio, E., Kassam, P., Feighery, J., Andres, L., & Thomas, E. (2022). Electronic sensors to monitor functionality and usage trends of rural water infrastructure in Plateau State, Nigeria. *Development Engineering*, 7(6), 100100. <https://doi.org/10.1016/j.deveng.2022.100100>
37. Sofyani, H., Pratolo, S., & Saleh, Z. (2022). Do accountability and transparency promote community trust? Evidence from village government in Indonesia. *Journal of Accounting & Organizational Change*, 18(3), 397–418. <https://doi.org/10.1108/JAOC-06-2020-0070>
38. Spocter, M. (2023). Neglect of Municipal Infrastructure in Phalaborwa. In *GeoJournal Library: Part F1097* (pp. 47–78). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-37142-4_3
39. Sukma, N., & Leelasantitham, A. (2022). The Influence and Continuance Intention of the E-Government System: A Case Study of Community Water Supply Business. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 918981. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.918981>
40. Vilcea, C., Popescu, L., & Clincea, A. (2024). Does Shrinking Population in Small Towns Equal Economic and Social Decline? A Romanian Perspective. *Urban Science*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/urbansci8020060>

41. Yap, C., Mcfarlane, C., Ndezi, T., & Makoba, F. D. (2023). Sanitation challenges in Dar es Salaam: the potential of Simplified Sewerage Systems. *Environment and Urbanization*, 35(1), 12–29.
<https://doi.org/10.1177/09562478221146722>
42. Zhang, J., Li, Y., Yuan, H., Du, G., & Zhang, M. (2024). A demand-based three-stage seismic resilience assessment and multi-objective optimization method of community water distribution networks. *Reliability Engineering and System Safety*, 250, 110279.
<https://doi.org/10.1016/j.res.2024.110279>
43. Zulkifli, C. Z., Garfan, S., Talal, M., Alamoodi, A. H., Alamleh, A., Ahmaro, I. Y. Y., Sulaiman, S., Ibrahim, A. B., Zaidan, B. B., Ismail, A. R., Albahri, O. S., Albahri, A. S., Soon, C. F., Harun, N. H., & Chiang, H. H. (2022). IoT-Based Water Monitoring Systems: A Systematic Review. In *Water (Switzerland)* (Vol. 14, Number 22, p. 3621). Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
<https://doi.org/10.3390/w14223621>

Difficultés de réalisation des coupes géologiques chez les élèves de la 1^{re} année du baccalauréat : analyse et remédiation

Aziz Rmich

Enseignant des sciences de la Vie et de la Terre, cycle de l'enseignement secondaire qualifiant, Lycée Mohamed Zerktouni, Agadir, Maroc
Ministère de l'Éducation nationale, Maroc

Mohamed Benbrahim

Département des sciences de la Vie et de la Terre, Centre régional d'éducation et de formation (CRMEF), Souss-Massa, Inzegane, Maroc

[Doi:10.19044/esj.2026.v22n11p41](https://doi.org/10.19044/esj.2026.v22n11p41)

Submitted: 09 March 2026

Accepted: 17 April 2026

Published: 30 April 2026

Copyright 2026 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Rmich, A., & Benbrahim, M. (2026). *Difficultés de réalisation des coupes géologiques chez les élèves de la 1^{re} année du baccalauréat : analyse et remédiation*. European Scientific Journal, ESJ, 22 (11), 41. <https://doi.org/10.19044/esj.2026.v22n11p41>

Résumé

Le présent travail vise à analyser les difficultés rencontrées par les élèves de 1^{re} année du baccalauréat marocain lors de la réalisation de coupes géologiques à partir de cartes géologiques simplifiées. L'étude repose sur l'examen qualitatif des travaux produits par 30 élèves. L'analyse des productions d'élèves a permis de mettre en évidence différentes catégories de difficultés : conceptuelles, méthodologiques et graphiques. Les résultats montrent que la principale difficulté concerne le passage de la représentation bidimensionnelle de la carte à la représentation tridimensionnelle de la coupe (90 % des élèves). D'autres difficultés significatives sont également observées, notamment la projection incorrecte des affleurements (85 %) et le non-respect de la continuité des couches (65 %). Par ailleurs, plusieurs problèmes graphiques apparaissent, tels que l'utilisation inadéquate des symboles et des couleurs ou l'absence de légende. Sur la base de ces constats, des solutions pédagogiques et didactiques sont proposées afin d'améliorer l'apprentissage de cet outil.

Mots-clés : Coupe géologique ; Difficultés d'apprentissage ; Visualisation spatiale ; TICE ; Sorties de terrain ; Cycle secondaire

Difficulties in Constructing Geological Cross-Sections among First-Year Baccalaureate Students: Analysis and Remediation

Aziz Rmich

Enseignant des sciences de la Vie et de la Terre, cycle de l'enseignement secondaire qualifiant, Lycée Mohamed Zerkoutouni, Agadir, Maroc
Ministère de l'Éducation nationale, Maroc

Mohamed Benbrahim

Département des sciences de la Vie et de la Terre, Centre régional d'éducation et de formation (CRMEF), Souss-Massa, Inzegane, Maroc

Abstract

This study aims to analyze the difficulties encountered by first-year Moroccan baccalaureate students when constructing geological cross-sections from simplified geological maps. The study is based on a qualitative examination of the work produced by 30 students. The analysis of students' productions revealed several categories of difficulties: conceptual, methodological, and graphical. The results show that the main difficulty concerns the transition from the two-dimensional representation of the map to the three-dimensional representation of the cross-section (90% of students). Other significant difficulties were also observed, particularly the incorrect projection of outcrops (85%) and the failure to respect the continuity of layers (65%). In addition, several graphical problems were identified, such as the inappropriate use of symbols and colors or the absence of a legend. Based on these findings, pedagogical and didactic solutions are proposed to improve the learning of this tool.

Keywords: Geological cross-section; Learning difficulties; Spatial visualization; TICE; Fieldwork; Secondary Education

1. Introduction

L'introduction présente la coupe géologique comme un outil fondamental en géologie, permettant de représenter en deux dimensions des structures tridimensionnelles du sous-sol, et souligne son importance dans la compréhension des phénomènes géodynamiques (Foucault & Raoult, 2010). Elle met également en évidence son rôle dans les programmes de Sciences de la Vie et de la Terre au Maroc, où elle constitue une compétence essentielle

pour les élèves de première année du baccalauréat (Ministère de l'Éducation nationale, Maroc, 2019).

Cependant, cette partie introduit aussi une problématique centrale : les élèves rencontrent des difficultés persistantes dans la réalisation et l'interprétation des coupes géologiques (Pasco & Séré, 2009). En s'appuyant sur les travaux d'Astolfi (1997), l'introduction adopte une approche didactique qui considère l'erreur comme un indicateur des obstacles d'apprentissage. Cela permet de justifier l'objectif de l'étude, qui consiste à analyser les productions d'élèves afin d'identifier leurs difficultés.

2. Problématique et Objectifs

La réalisation d'une coupe géologique constitue une compétence essentielle dans les programmes de sciences de la Vie et de la Terre de la 1ère année du baccalauréat marocain (Ministère de l'Éducation nationale, 2019). Cependant, l'expérience de classe et les recherches en didactique des sciences montrent que cette activité est souvent source de difficultés pour les élèves (Pasco & Séré, 2009 ; Orange, 2003).

Ces difficultés concernent la compréhension des relations spatiales entre les formations géologiques, la maîtrise des concepts de chronologie relative et la représentation correcte des structures géologiques dans une coupe. Elles limitent l'efficacité de l'enseignement et empêchent les élèves d'acquérir une compétence clé en SVT.

L'objectif principal de cette étude est d'analyser les difficultés rencontrées par les élèves lors de la réalisation des coupes géologiques et de proposer des solutions pédagogiques adaptées. Les objectifs spécifiques sont les suivants :

- Identifier les principales difficultés conceptuelles, méthodologiques et graphiques observées dans les coupes réalisées par les élèves.
- Quantifier ces difficultés en utilisant des pourcentages d'élèves concernés.
- Proposer des stratégies didactiques et pédagogiques pour améliorer la maîtrise de la coupe géologique au secondaire.
- Valoriser l'usage des coupes géologiques comme outil pédagogique et d'apprentissage des compétences spatiales.

3. Synthèse des travaux antérieurs

La synthèse des travaux antérieurs vient approfondir et étayer la problématique introduite précédemment. Elle met en évidence trois types majeurs de difficultés rencontrées par les élèves. Sur le plan conceptuel, ils éprouvent des difficultés à passer d'une représentation cartographique bidimensionnelle à une coupe tridimensionnelle, ce qui peut entraîner des inversions de couches ou une mauvaise interprétation des contacts

lithologiques (Astolfi, 1997 ; Orange, 2003). La confusion entre superposition et chronologie relative est également fréquente (Pasco & Séré, 2009). D'un point de vue méthodologique, les élèves peinent à adopter une démarche rigoureuse, notamment dans le choix de la ligne de coupe, la continuité des couches et la projection des affleurements (De Vecchi & Giordan, 2002 ; Reynard & Coratza, 2013). Enfin, sur le plan graphique, l'utilisation correcte des symboles, des couleurs et des échelles est souvent insuffisante, ce qui compromet la lisibilité et la qualité scientifique des coupes (Orange, 2003 ; Reynard & Coratza, 2013).

Les travaux consacrés à la didactique de la géologie au Maroc sont peu nombreux et moins développés que ceux portant sur l'enseignement d'autres matières (Kaid et al., 2017).

Les difficultés conceptuelles, méthodologiques et graphiques sont bien documentées, mais peu d'études se concentrent sur le contexte marocain avec les productions réelles d'élèves.

4. Méthodologie

Cette étude repose sur une analyse qualitative des coupes géologiques réalisées par 30 élèves de 1^{ère} année du baccalauréat dans le cadre des activités pédagogiques en SVT. Les participants ont été sélectionnés selon un échantillonnage de convenance, correspondant à une classe accessible à l'étude.

L'activité s'est déroulée en classe, dans un contexte d'enseignement ordinaire, lors d'une séance consacrée à la réalisation des coupes géologiques. Les élèves ont été invités à réaliser une coupe géologique à partir d'une carte géologique simplifiée (Figure 1), conformément aux orientations pédagogiques officielles (Ministère de l'Éducation nationale, 2019). Tous les élèves ont reçu les mêmes consignes, le même support de travail ainsi que les mêmes conditions de réalisation afin d'assurer l'homogénéité de la tâche. Les productions des élèves ont été recueillies à l'issue de la séance et analysées en vue d'identifier les erreurs et difficultés récurrentes. L'analyse s'est appuyée sur une grille de codage élaborée à partir de la littérature en didactique de la géologie (Orange, 2003 ; Pasco & Séré, 2009 ; S'mouni et al., 2025) et affinée après une première lecture exploratoire des copies. Les difficultés ont été classées en trois catégories principales :

- i. difficultés conceptuelles (liées à la compréhension des structures géologiques),
- ii. difficultés méthodologiques (liées aux étapes de construction de la coupe),
- iii. difficultés graphiques (liées à la représentation et à la précision du tracé).

Le codage des productions a été réalisé par deux évaluateurs indépendants. Dans le cas d'un double codage, les divergences ont été discutées jusqu'à l'obtention d'un consensus afin de garantir la fiabilité de l'analyse.

Enfin, les pourcentages présentés dans les résultats ont été calculés en rapportant le nombre d'élèves présentant une difficulté donnée au nombre total de participants ($n = 30$), puis exprimés en pourcentage. L'ensemble des données a été exploité dans le respect de l'anonymat des élèves.

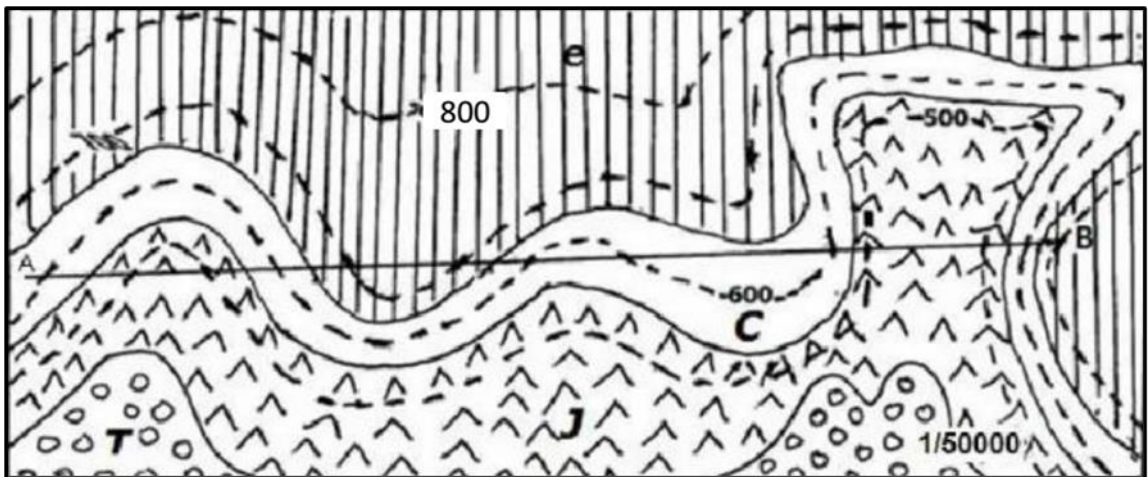


Figure 1 : La carte géologique utilisée dans l'étude

5. Résultats :

L'analyse des coupes géologiques réalisées par les élèves de 1ère année du baccalauréat (Figure 2) met en évidence des difficultés variées, regroupées en trois grandes catégories (Tableau 1) : conceptuelles, méthodologiques et graphiques. Les pourcentages indiquent la proportion d'élèves concernés pour chaque type de difficulté.

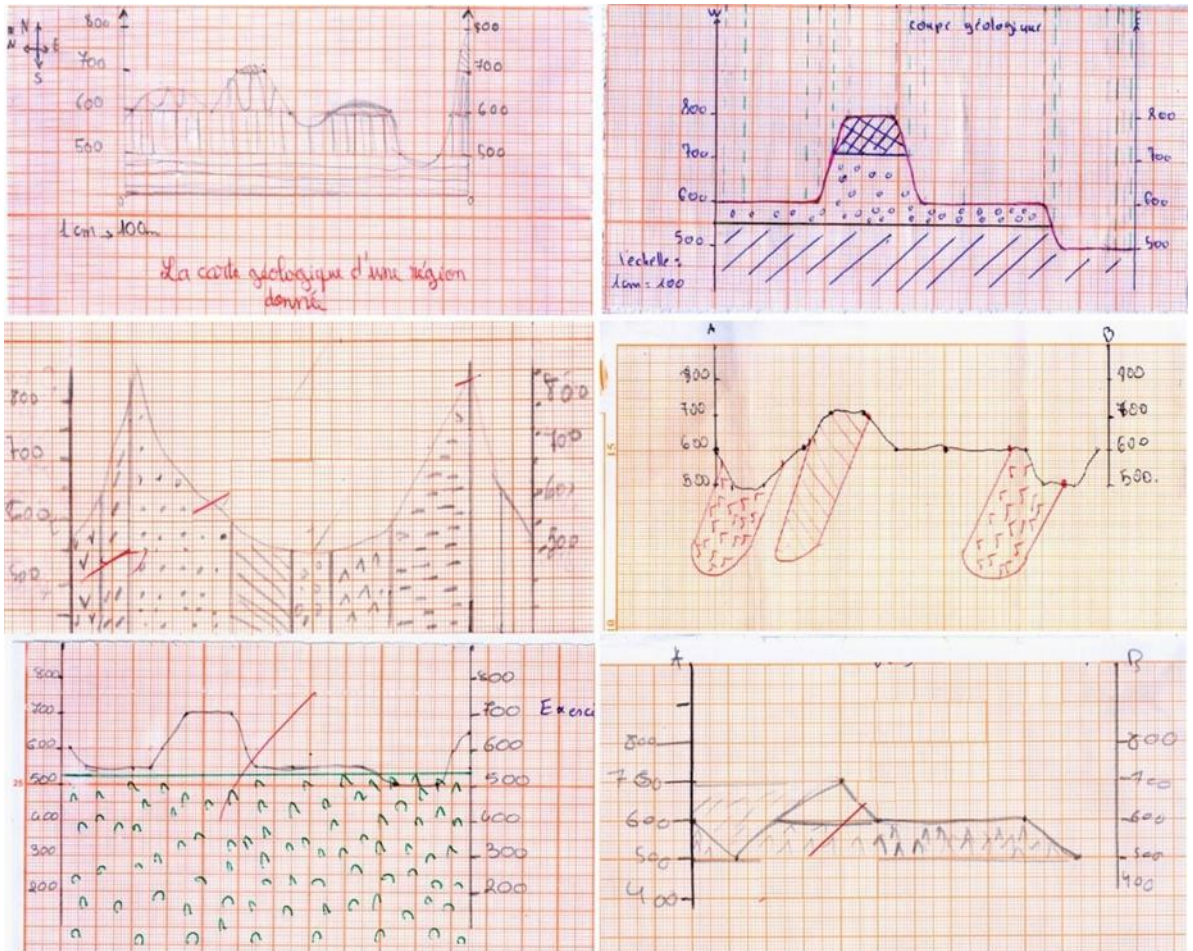


Figure 2 : Exemples de coupes géologiques réalisées par les élèves de classe

Tableau 1 : Pourcentage des élèves présentant chaque type de difficulté

Catégories	Type de difficulté	% d'élèves concernés
Conceptuelle	Inversion de l'ordre des couches	10%
Conceptuelle	Confusion entre contacts et faille	40%
Conceptuelle	Difficulté à passer du 2D (carte) au 3D (coupe)	90%
Méthodologique	Continuité des couches non respectée	65%
Méthodologique	Projection incorrecte des affleurements	85%
Graphique	Echelle verticale ou horizontale incorrecte	65%
Graphique	Légende absente ou incorrecte	88%
Graphique	Symboles ou couleurs mal utilisés	92%

Sur le plan conceptuel, certaines erreurs traduisent des incompréhensions fondamentales des structures géologiques. Ainsi, l'inversion de l'ordre des couches (10 %) révèle une mauvaise maîtrise des principes de superposition. La confusion entre contacts stratigraphiques et

failles (40 %) indique une difficulté à distinguer les structures tectoniques des simples limites entre couches. Par ailleurs, la difficulté à passer de la représentation bidimensionnelle (carte) à une représentation tridimensionnelle (coupe), observée chez 90 % des élèves, met en évidence un déficit important en raisonnement spatial et en visualisation géologique.

Sur le plan méthodologique, les erreurs observées témoignent d'une maîtrise insuffisante des étapes de construction d'une coupe géologique. Le non-respect de la continuité des couches (65 %) suggère que les élèves perçoivent les affleurements comme des éléments isolés, sans intégrer leur prolongement en profondeur. De même, la projection incorrecte des affleurements (85 %) révèle des difficultés à appliquer les règles de correspondance entre la carte géologique et la coupe, ainsi qu'un manque de rigueur dans le transfert des informations.

Enfin, les difficultés graphiques, très fréquentes, traduisent des lacunes dans les compétences de représentation. L'erreur dans l'échelle verticale ou horizontale (65 %) indique une faible maîtrise des proportions spatiales. L'absence ou l'inexactitude de la légende (88 %) montre que les élèves ne perçoivent pas toujours son rôle essentiel dans l'interprétation du document. De plus, l'utilisation incorrecte des symboles ou des couleurs (92 %) révèle une méconnaissance des conventions graphiques en géologie.

Dans l'ensemble, ces résultats mettent en évidence que les difficultés des élèves ne sont pas uniquement techniques, mais relèvent également de conceptions erronées et de difficultés cognitives liées à la spatialisation et à l'interprétation des structures géologiques.

6. Discussion des résultats et propositions de remédiation :

Les résultats de l'étude montrent que les élèves rencontrent des difficultés importantes dans la réalisation des coupes géologiques, touchant la visualisation spatiale, la méthodologie et la rigueur graphique. La difficulté la plus marquée concerne le passage du 2D au 3D, affectant 90 % des élèves, ce qui traduit un déficit dans la visualisation des structures géologiques et la compréhension des relations entre couches. Cette problématique est bien documentée en didactique des géosciences, car les élèves ont souvent du mal à interpréter des cartes géologiques bidimensionnelles et à extrapoler ces données en trois dimensions (Whitmeyer, Mogk & Chambers, 2009). Les confusions entre contacts et failles (40 %) et l'inversion de l'ordre des couches (10 %) indiquent également un déficit conceptuel dans la maîtrise des principes stratigraphiques. Par ailleurs, le déficit horaire consacré à l'enseignement de la géologie semble accentuer les lacunes conceptuelles des élèves. Une analyse comparative du volume horaire des unités de biologie et de géologie au secondaire qualifiant au Maroc (document officiel, 2007) met

en évidence un déséquilibre significatif selon les niveaux scolaires (Tableau 2).

En première année du baccalauréat, option Sciences Expérimentales, la biologie comprend trois unités totalisant 102 heures sur un total de 136 heures consacrées aux sciences ($\approx 75\%$), tandis que la géologie se limite à une seule unité de 34 heures ($\approx 25\%$), programmée au début du premier semestre. En deuxième année, option SVT, la biologie représente cinq unités pour un volume horaire total de 170 heures sur 204 heures totales ($\approx 83\%$), alors que la géologie conserve une seule unité de 34 heures ($\approx 17\%$), programmée en fin d'année.

Pour le tronc commun, l'unité « Eau, source de vie » comprend quatre chapitres totalisant 17 heures, dont seulement 3 heures sont consacrées à l'hydrologie et à l'hydrogéologie ($\approx 18\%$). Cette répartition montre clairement que la biologie occupe la majeure partie du temps d'enseignement à tous les niveaux, tandis que la géologie reste fortement marginalisée, ce qui peut limiter l'acquisition des compétences géologiques par les élèves.

Tableau 2 : Disparité du volume horaire entre les disciplines biologiques et géologiques au secondaire qualifiant

Niveau Scolaire	Volume Horaire Biologie	Volume Horaire Géologie	Ratio (Bio : Géo)
Tronc Commun	Prédominant	~3 heures (Hydrologie)	Très élevé
1ère Année Bac (Sc. Exp.)	102 heures (3 unités)	34 heures (1 unité)	3 : 1
2ème Année Bac (Option SVT)	170 heures (5 unités)	34 heures (1 unité)	5 : 1

Pour remédier à ces difficultés conceptuelles, l'utilisation des technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement (TICE), telles que les logiciels de visualisation 3D et les plateformes interactives comme Géosciences3D ou sketchfab.com (figure 3), apparaît particulièrement efficace, car elle permet aux élèves de manipuler virtuellement les structures et d'explorer différentes perspectives, renforçant ainsi la compréhension spatiale (ENS Lyon, 2019). De plus, les sorties de terrain sont essentielles pour observer directement les affleurements et les structures géologiques, ce qui permet de relier les connaissances théoriques aux phénomènes concrets et d'ancrer durablement les compétences spatiales et conceptuelles (MDPI, 2023). Le cheminement cognitif de l'élève, depuis la lecture de la carte jusqu'à la réalisation de la coupe, reposant sur l'articulation entre visualisation numérique et observation réelle, est synthétisé dans la Figure 4.

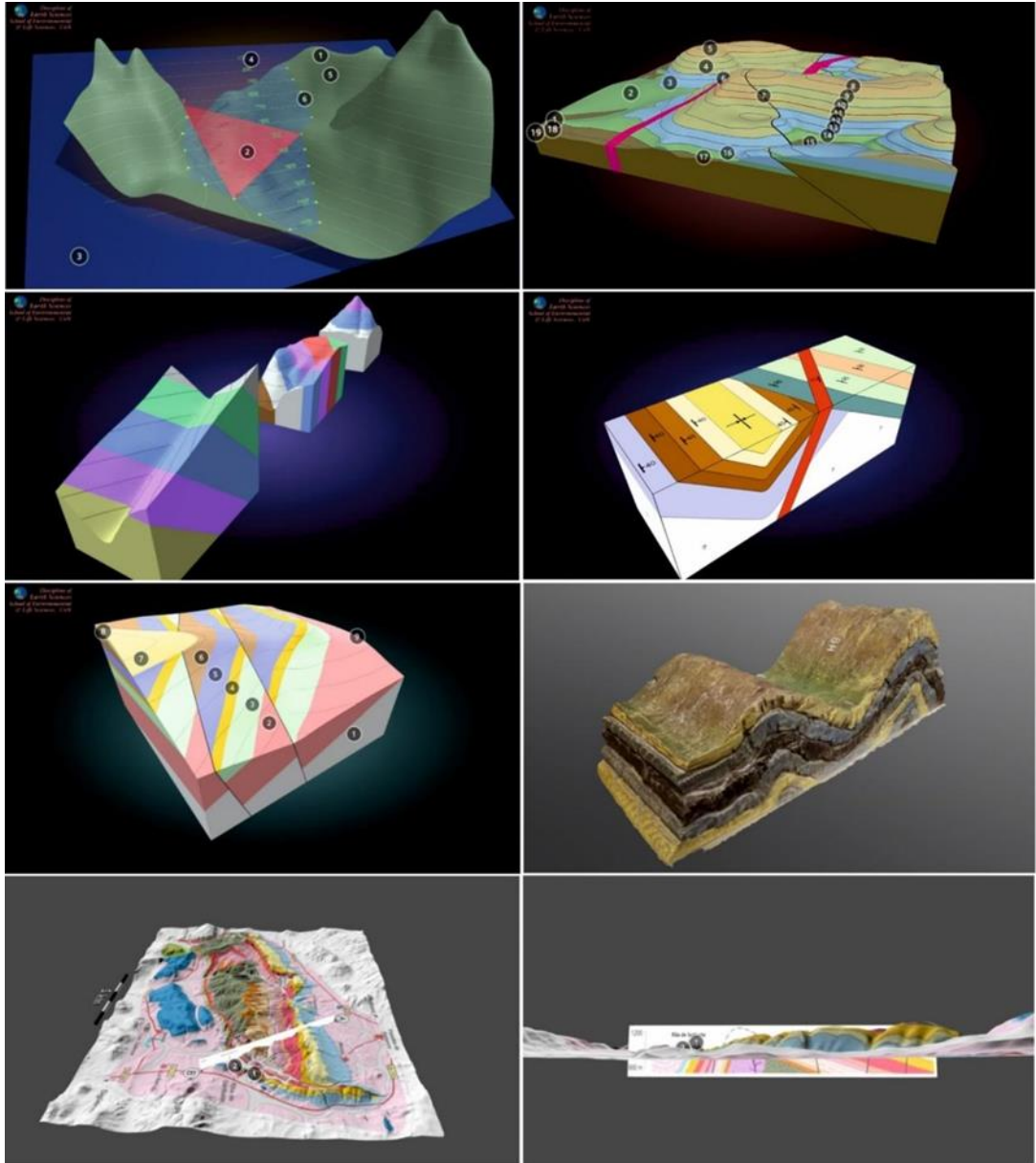


Figure 3 : Modèle 3D des structures géologiques par l'utilisation de la plate forme (sketchfab.com)

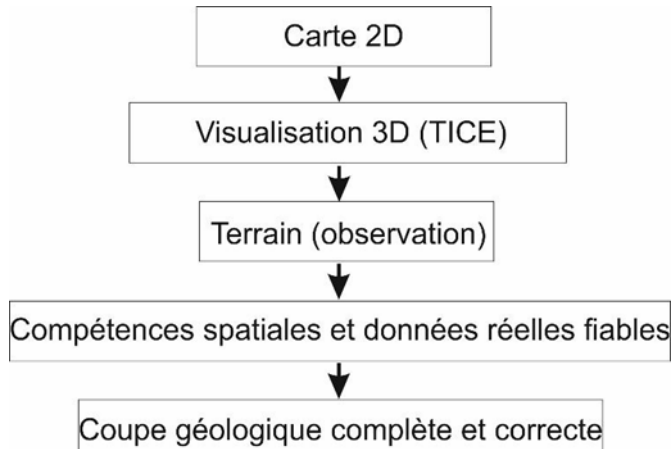


Figure 4 : Parcours d'apprentissage de la coupe géologique

Les difficultés méthodologiques, concernant la continuité des couches et la projection des affleurements (65–85 % des élèves), révèlent que de nombreux étudiants n'appliquent pas correctement les règles de construction d'une coupe à partir des données observées. L'intégration des TICE, par le biais de modèles numériques 3D interactifs ou de visites virtuelles, permet de simuler des contextes variés et d'analyser les relations géométriques complexes avant la réalisation effective d'une coupe (Virtual Geology, 2023). Parallèlement, les sorties de terrain, accompagnées de l'utilisation d'applications mobiles pour collecter les données (photos, coordonnées GPS, mesures d'orientation), fournissent un cadre structuré pour organiser les observations et reporter correctement les affleurements sur la coupe finale.

Enfin, les difficultés graphiques sont très fréquentes, affectant l'échelle, la légende et l'utilisation des symboles (65–92 %), ce qui nuit à la lisibilité et à la précision scientifique des coupes. L'usage de logiciels de dessin géologique assisté par ordinateur et d'outils numériques interactifs permet de respecter les normes graphiques, d'appliquer un code couleur standard et d'insérer correctement les légendes et symboles (Fang, Li & Fan, 2025). La pratique de croquis annotés sur le terrain complète ces outils numériques en reliant l'observation directe à la représentation graphique. En combinant ces approches, il est possible d'améliorer de manière significative les performances des élèves, en renforçant simultanément leur compréhension conceptuelle, leur rigueur méthodologique et leur capacité à produire des coupes graphiquement correctes. L'intégration des TICE et des sorties de terrain constitue donc une stratégie pédagogique complémentaire, favorisant à la fois l'engagement des étudiants, le développement de compétences spatiales et la maîtrise des conventions graphiques indispensables à la réalisation de coupes géologiques de qualité (Whitmeyer, Mogk & Chambers, 2009;

Elmgouz, 2021; Chmanti-Houariens, 2019; Vauzelle, 1991; Lyon, 2019; MDPI, 2023; Virtual Geology, 2023).

Conclusion

La discussion des résultats met en évidence que les difficultés rencontrées par les élèves dans la réalisation des coupes géologiques relèvent à la fois de contraintes cognitives, méthodologiques et conceptuelles. La forte proportion d'élèves concernés par le passage du plan bidimensionnel à la représentation tridimensionnelle du sous-sol confirme que la visualisation spatiale constitue un obstacle majeur à l'apprentissage de la géologie structurale. Ces difficultés se traduisent par des erreurs récurrentes dans l'interprétation des structures, notamment la confusion entre contacts lithologiques et failles ainsi que le non-respect de l'ordre stratigraphique.

Les résultats obtenus s'inscrivent en cohérence avec les travaux antérieurs en didactique des géosciences, qui soulignent le rôle central des compétences spatiales dans la compréhension des phénomènes géologiques. Ils montrent également que les approches pédagogiques traditionnelles, centrées principalement sur des supports bidimensionnels, demeurent insuffisantes pour dépasser ces obstacles. À cet égard, l'intégration des outils numériques de visualisation 3D, combinée à des sorties de terrain, apparaît comme une stratégie didactique pertinente pour renforcer la construction des concepts géologiques et améliorer la maîtrise des coupes.

Ainsi, la complémentarité entre modélisation numérique interactive et observation directe du terrain favorise un apprentissage plus intégré, permettant aux élèves de mieux articuler les données cartographiques, les structures observées et leur représentation en coupe. Ces constats plaident en faveur d'une évolution des pratiques pédagogiques en géologie au secondaire, orientée vers des dispositifs didactiques hybrides, capables de soutenir efficacement le développement des compétences spatiales et graphiques des élèves.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

Déclaration relative aux participants humains : Cette recherche intitulée : « Difficultés de réalisation des coupes géologiques chez les élèves de la 1ère année du baccalauréat : analyse et remédiation » a respecté les directives du

ministère marocain de l'Éducation, de la Culture et de Sports relatives à l'éthique de la recherche impliquant des sujets humains, ainsi que le Code de conduite des scientifiques du Conseil scientifique du Maroc. Elle a été approuvée par le comité d'éthique du Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation (CRMEF), Sous Massa, Maroc.

References:

1. Astolfi, J. P. (1997). *L'erreur, un outil pour enseigner*. ESF, Paris.
2. Chmanti-Houari, I. (2019). *Enseignement/apprentissage de la géologie face aux obstacles de mobilisation d'espace et du temps : cas des fossiles, de la fossilisation et des gisements fossilifères* (Thèse de doctorat). Faculté des Sciences Dhar El Mehrez, Fés, Maroc.
3. De Vecchi, G., & Giordan, A. (2002). *L'enseignement scientifique : comment faire pour que ça marche ?* Delagrave.
4. ENS Lyon. (2019). *Géosciences3D : ressources pédagogiques pour la visualisation tridimensionnelle en géologie*. Consulté à l'adresse https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/ressources-pedagogiques/notice/view/2019_Lyon1_geosciences3D
5. Elmgouz, O. (2021). *Intégrer les TICE aux stratégies d'enseignement et d'apprentissage du FLE en vue de développer les compétences communicatives des étudiants libyens. Compréhension orale, production orale* (Thèse de doctorat). Université de Pau et des Pays de l'Adour.
6. Foucault, A., & Raoult, J. F. (2010). *Dictionnaire de géologie*. Dunod.
7. Kaid Rassou, K., Khiri, F., Benbrahim, M., Tamraoui, Y., Elberrani, H., & Anfour, M. (2017). *Difficultés relatives à l'enseignement-apprentissage de la géologie en classes secondaires qualifiantes : cas de la délégation d'Inezgane Aït Melloul*. *European Scientific Journal*, *13*(18), 294. <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n18p294>
8. Fang, Y., Li, Y., & Fan, Y. (2025). *Enhanced education on geology by 3D interactive virtual geological scenes*. *Computers & Education: X Reality*, *6*, 100094. <https://doi.org/10.1016/j.cexr.2025.100094>
9. MDPI. (2023). *Fieldwork in geoscience education: Enhancing conceptual understanding*. *Geosciences*, *13*(4), 96. <https://www.mdpi.com/2076-3263/13/4/96>
10. Ministère de l'Éducation nationale (Maroc). (2019). *Programmes et orientations pédagogiques des SVT – Lycée*.
11. Ministère de l'Éducation nationale et de la Formation professionnelle, Direction des curricula. (2007). *Programmes et orientations*

- pédagogiques générales relatives au cycle de l'enseignement secondaire qualifiant au Maroc (pp. 16-23, 27, 33, 39).
12. Orange, C. (2003). Problèmes et modélisation en sciences de la Terre. *Aster*, *37*, 23-45.
 13. Pasco, D., & Séré, M.-G. (2009). Difficultés des élèves en géologie : analyse didactique. *Revue française de pédagogie*, *169*, 59-72.
 14. S'mouni, S., Maziane, B., Hamdani, A., Benjelloun, I., & Nachit, B. (2025). Challenges and obstacles encountered in the teaching and learning of earth science in Moroccan secondary education: Teachers Perspectives. *Educational Process: International Journal*, *16*, e2025262. <https://doi.org/10.22521/edupij.2025.16.262>
 15. Reynard, E., & Coratza, P. (2013). Enseigner les formes et structures géologiques. *Géomorphologie*, *19*(3), 247-260.
 16. Virtual Geology. (2023). Digital Outcrop Models for Teaching Structural Geology. Consulté à l'adresse <https://virtualgeology.u-bourgogne.fr>
 17. Vauzelle, M. (1991). L'utilisation pédagogique des images spatiales dans l'enseignement secondaire. *Bulletin de l'EPI*, (63), 143-157.
 18. Whitmeyer, S. J., Mogk, D. W., & Chambers, M. (2009). The role of visualization in learning geoscience. *Journal of Geoscience Education*, *57*(1), 1-8.

Application de la télédétection multispectrale et des SIG à l'exploration aurifère dans le territoire de Wamba (RDC) : cartographie litho-structurale et identification de cibles

***Bila Bimare Joel
Mando Manyoka Eliezer
Neiki Biangbali Yannick
Basekawike Ma-Boo Judith***

Géologues chercheurs, personnel scientifique, Université de l'Uélé, RDC

[Doi:10.19044/esj.2026.v22n11p54](https://doi.org/10.19044/esj.2026.v22n11p54)

Submitted: 23 September 2025

Accepted: 15 April 2026

Published: 30 April 2026

Copyright 2026 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Bila Bimare, J., Mando Manyoka, E., Neiki Biangbali, Y., & Basekawike Ma-Boo, J. (2026). *Application de la télédétection multispectrale et des SIG à l'exploration aurifère dans le territoire de Wamba (RDC) : cartographie litho-structurale et identification de cibles*. European Scientific Journal, ESJ, 22 (11), 54. <https://doi.org/10.19044/esj.2026.v22n11p54>

Résumé

Cette étude porte sur l'exploration aurifère dans le territoire de Wamba (RDC), situé dans la ceinture de roches vertes de Moto du système Kibalien (Néoarchéen). L'objectif est de pallier les contraintes d'accessibilité et la densité du couvert végétal par l'intégration de la télédétection multispectrale et des Systèmes d'Information Géographique (SIG). La méthodologie repose sur le traitement d'images Landsat 8 OLI/TIRS, optimisées par le calcul de l'Optimum Index Factor (OIF) pour la discrimination lithologique et l'Analyse en Composantes Principales (CP1) pour l'extraction structurale. Des rapports de bandes (4/2 et 6/7) ont permis de cartographier les halos d'altération hydrothermale (oxydes de fer et minéraux hydroxylés). L'analyse de 6 551 linéaments révèle une direction prédominante NNE-SSW, corrélée à la structure régionale du « KZ Trend ». Le croisement spatial multicritère a permis d'identifier six cibles de minéralisation, dont trois sont qualifiées de haute priorité. Ce modèle numérique constitue un outil d'aide à la décision pour orienter les futures campagnes d'échantillonnage géochimique de terrain.

Mots clés : SIG, Télédétection, Landsat 8, Or Orogénique, Kibalien, Linéaments, Wamba, RDC

Application of Multispectral Remote Sensing and GIS to Gold Exploration in the Wamba Territory (DRC): Lithostructural Mapping and Target Identification

Bila Bimare Joel
Mando Manyoka Eliezer
Neiki Biangbali Yannick
Basekawike Ma-Boo Judith

Géologues chercheurs, personnel scientifique, Université de l'Uélé, RDC

Abstract

This study addresses gold exploration in the Wamba territory (DRC), located within the Neoproterozoic Moto greenstone belt of the Kibalian system. The objective is to overcome accessibility constraints and dense vegetation by integrating multispectral remote sensing and Geographic Information Systems (GIS). The methodology utilizes Landsat 8 OLI/TIRS imagery, optimized through the Optimum Index Factor (OIF) for lithological discrimination and Principal Component Analysis (PC1) for structural extraction. Specific band ratios (4/2 and 6/7) were applied to map hydrothermal alteration halos, focusing on iron oxides and hydroxyl minerals. Statistical analysis of 6,551 lineaments indicates a predominant NNE-SSW trend, aligned with the regional "KZ Trend". Multi-criteria spatial overlay identified six exploration targets, including three high-priority sites. This digital prospecting model serves as a preliminary decision-making tool to guide subsequent geochemical ground-truthing and field validation.

Keywords: GIS, Remote Sensing, Landsat 8, Orogenic Gold, Kibali Belt, Lineaments, Wamba, DRC

Introduction

L'exploration minière constitue le premier stade critique d'un processus complexe visant à transformer une simple occurrence minérale en une réserve économiquement exploitable (Melleton, J., et al., 2018). La récente flambée du prix mondial des métaux précieux, portée par une demande croissante des pays industrialisés, a suscité une véritable ruée vers l'exploitation des ressources minérales mondiales. Dans ce contexte, l'Afrique, au regard de son histoire géologique complexe, s'impose comme le plus grand

pourvoyeur de ces matières premières (Ouedraogo, B., et al., 2020). En 2017, les investissements mondiaux dans l'exploration aurifère ont atteint environ 3,6 milliards d'euros, le continent africain captant une part substantielle de ces budgets, majoritairement financés par les grandes compagnies minières (Melleton, J., et al., 2018).

Cependant, en République Démocratique du Congo (RDC), la cartographie géologique connaît encore des insuffisances majeures, héritées de travaux de l'époque coloniale réalisés à des échelles souvent trop générales (1/2.500.000) pour les besoins de l'industrie moderne (Fernandez-Alonso, M., et al. 2015). Les bases d'informations géologiques actuelles sont jugées incomplètes et ne répondent que partiellement aux exigences rigoureuses d'une exploration de précision. De plus, les méthodes conventionnelles basées exclusivement sur des missions de terrain s'avèrent être des processus longs, fastidieux et extrêmement coûteux, particulièrement dans les régions équatoriales caractérisées par une couverture végétale dense et une accessibilité limitée (Ouedraogo, B., et al., 2020).

Pour pallier ces contraintes, la télédétection spatiale multibande s'est imposée comme un outil indirect de prospection incontournable. Elle offre la capacité de réduire considérablement les coûts d'exploration en orientant la recherche minière vers des régions potentiellement favorables sur de vastes surfaces. En géologie minière, le traitement numérique des images issues de capteurs tels que Landsat 8 OLI/TIRS ou ASTER permet l'individualisation des minéraux de surface et l'identification des structures géologiques profondes. Cette technologie permet de détecter des halos d'altération hydrothermale, souvent invisibles à l'œil nu, qui servent de guides vers les gisements métallifères (El Atillah, A., et al., 2018).

Ce travail s'inscrit dans cette dynamique multidisciplinaire associant la géomatique à la géologie structurale. Le territoire de Wamba, situé dans la ceinture de roches vertes de Moto (Nord-Est de la RDC), appartient au système Kibalien (Néoarchéen) dont l'âge est estimé entre 2640 et 2625 Ma. La minéralisation aurifère orogénique y est contrôlée par le "KZ Trend", une structure régionale de 60 km composée de cisaillements et de plis complexes (Vargas, C. A., Allibone, A., et al., 2018). L'objectif principal de cette étude est d'utiliser la synergie entre la télédétection et les Systèmes d'Information Géographique (SIG) pour mettre en évidence la relation entre la lithologie, la fracturation et les indices de minéralisation. En élaborant un guide de prospection numérique pour Wamba, nous visons à optimiser le ciblage des sites aurifères tout en minimisant les risques financiers liés aux phases de reconnaissance.

Présentation de la zone d'étude

Le Territoire de Wamba (Figure 1) est situé au Nord-est de la République Démocratique du Congo, dans la Province du Haut-Uélé. Il est limité au Nord et Nord-Ouest par le territoire de Rungu, à l'Est par le territoire de Watsa, au Sud et Sud-est par celui de Mambasa (Ituri), et enfin à l'Ouest et au Sud-ouest par le territoire de Bafwasende (Tshopo). Sa superficie est de 10.305km², et est comprise entre 2° 08' 48.78 de latitude N et 27° 59' 00.29 de longitude E, avec une altitude moyenne de 773m. (Omasombo J., et al, 2011).

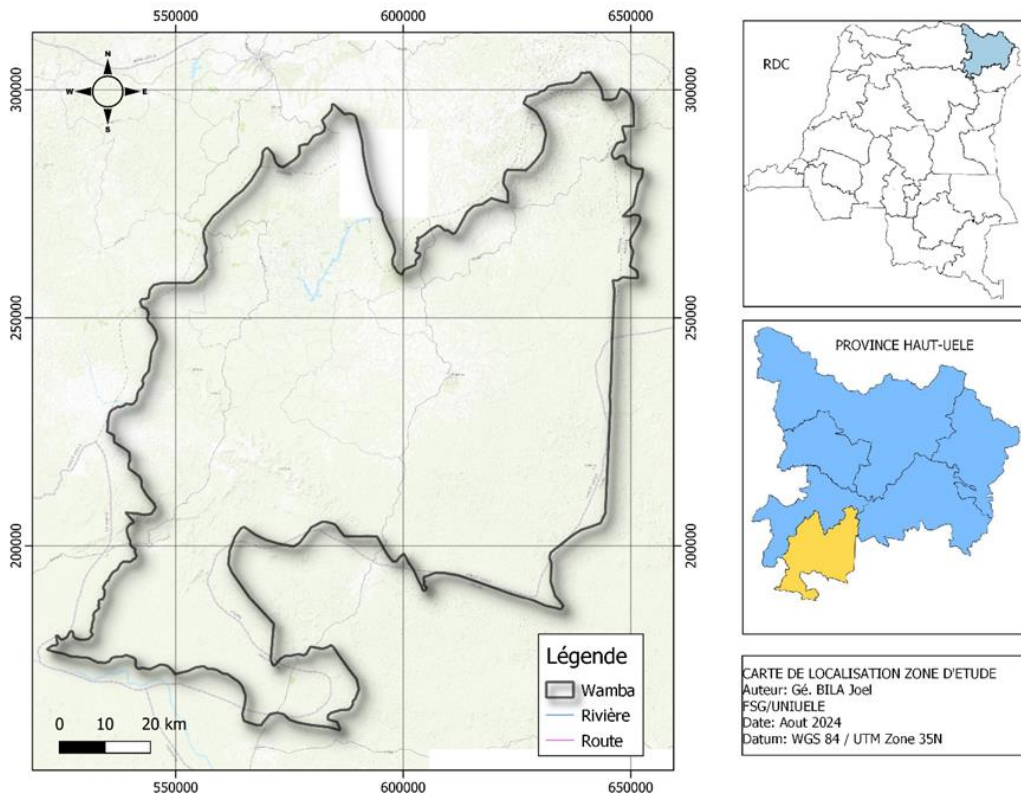


Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude.

Le contexte géologique du territoire de Wamba comporte quatre types de formation géologique : la formation granitique, la formation de Lokoma, la formation d'Ituri et la formation Kibaliennne.

Dans la formation de Kibalien, on rencontre principalement la minéralisation en : Or, en dissémination et en filon, fer, associé aux itabirites, étain, sous forme d'indices associé avec l'or dans le lambeau du Kibalien supérieur, en alluvions dans le bassin de l'Uélé. D'autres minéralisations sont également rencontrées par-ci par-là à travers le territoire. (J. Omasombo et al. 2011).

Méthodologie

La démarche repose sur une approche hybride combinant l'analyse statistique multidimensionnelle des données satellites et la validation par les modèles géologiques de classe mondiale du supergroupe de la Kibali.

Données disponibles

Nous utilisons des scènes Landsat 8 OLI/TIRS (résolution 30m) acquises en saison sèche pour minimiser l'impact de la couverture nuageuse, téléchargées via l'USGS.

Logiciels

Les traitements et les analyses sont effectués sur :

- **ENVI 5.0** (The Environment For Visualizing Images). C'est un logiciel commercial complet de visualisation et de traitements d'images issues de la télédétection. Il présente une interface logique et intuitive pour lire, visualiser et analyser les différents formats d'images. Toutes les méthodes de traitement d'images pour extraire la lithologie, les linéaments et de mise en page cartographique sont présentes.
- **PCI GEOMATICA 2016**: Est un progiciel de bureau de télédétection et de photogrammétrie destiné au traitement des données d'observation de la Terre, conçu par la société PCI Geomatics. Il vise principalement à accélérer le traitement des données et permet aux utilisateurs de charger des images satellitaires et aériennes où une analyse avancée peut être effectuée.
- **ArcGIS 10.3** : Est une suite de logiciels d'information géographique développés par la société américaine Esri (Environmental Systems Research Institute).
- **RockWorks 16** : est la dernière version du progiciel intégré de RockWare pour la gestion, l'analyse et la visualisation des données géologiques. Que vous travailliez avec des données de surface ou de sous-surface, des cartes locales ou des points globaux, RockWorks propose une suite complète d'outils faciles à utiliser pour la modélisation, la création d'images et la génération de rapports. Ce programme nous a aidés à lire les données de fracture et générer un diagramme directionnel (rosace) qui décrit les orientations des caractéristiques.
- **QGIS 3.12** : un des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) les plus utilisés qui permet, entre autres, la digitalisation des cartes et la réalisation d'une cartographie intégrée dans un SIG. Il nous a été utile pour une analyse spatiale multicritères dans le but d'identifier les cibles d'exploration aurifère dans.

Prétraitements et sélection quantitative

Les prétraitements incluent des corrections atmosphériques et géométriques indispensables pour assurer la fidélité des valeurs radiométriques des pixels. Pour augmenter la précision spatiale, une technique de Pansharpening peut être appliquée, fusionnant la bande panchromatique (15m) avec les bandes multispectrales pour rehausser les structures géologiques fines.

Pour optimiser la discrimination lithologique, nous appliquons l'Optimum Index Factor (OIF). Cet indice mathématique classe les combinaisons de trois bandes en privilégiant celles qui possèdent la plus forte variance (richesse d'information) et la plus faible corrélation (absence de redondance). (El Atillah, A., et Al 2018).

Tableau 1 : Matrice de corrélation et écarts-types (SD) des bandes Landsat 8

Bande	1	2	3	4	5	7	SD
1	1	0,94	0,88	0,82	0,35	0,42	18,45
2	-	1	0,92	0,85	0,38	0,45	19,12
3	-	-	1	0,91	0,41	0,52	22,64
4	-	-	-	1	0,44	0,55	25,30
5	-	-	-	-	1	0,88	32,15
7	-	-	-	-	-	1	30,48

On utilise les données de tableaux ci-dessus avec l'équation d'OIF pour calculer les différents termes de ce dernier comme suit :

Tableau 2 : Calcul de l'OIF pour les meilleures combinaisons

Combinaison des bandes	Somme (écart-type)	Somme (corrélation)	OIF	Rang de l'OIF
7-5-3	85,27	1,81	47,11	1
7-4-2	74,90	1,85	40,48	2
5-4-1	75,90	2,14	35,46	3
7-5-1	81,08	2,32	34,94	4
4-3-2	67,06	2,68	25,02	5

Commentaire : La combinaison 7-5-3 (Bandes SWIR-2, Near-IR et Rouge) obtient l'OIF le plus élevé (47,11) car elle combine des bandes ayant des comportements spectraux très différents, minimisant ainsi la redondance.

Comme indiqué dans nos résultats, ce choix quantitatif a permis de discriminer les BIF des schistes et des granites dans le secteur Sud-Ouest de Wamba.

D'après le calcul d'OIF, on peut déterminer les composantes colorées les plus importantes qui ne représentent pas des redondances selon l'ordre croissant de leur OIF. (El Atillah, A., et al., 2018).

Cartographie de l'altération hydrothermale

L'exploration de l'or orogénique nécessite l'identification des halos d'altération. (Barrick gold corporation., 2022). Nous utilisons des rapports de bandes (Ratios) pour isoler les signatures minéralogiques :

- ❖ Rapport 4/2 : Isole les oxydes de fer (hématite, goethite), indicateurs fréquents de zones minéralisées oxydées.
- ❖ Rapport 6/7 : Détecte les minéraux hydroxylés et les argiles (séricite/illite), composants clés de l'assemblage d'altération
- ❖ Rapport 6/5 : Spécifique à la discrimination des formations ferrugineuses (BIF).

Cartographie des linéaments

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) est appliquée pour réduire la dimensionnalité des données. La première composante (CP1), qui contient souvent plus de 90% de l'information structurale, est utilisée pour l'extraction des linéaments. Des filtres directionnels de Sobel (0°, 45°, 90°, 135°) sont appliqués pour accentuer les discontinuités (fractures et failles) masquées par la topographie. (Ouedraogo, B., et Al., 2020).

Tableau 3 : Matrice de corrélation des composantes principales (ACP)

PC	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
PC1	1.00	0.15	0.22	0.29	0.27	-0.07	1.00
PC2	0.15	1.00	-0.10	-0.08	-0.13	0.05	0.15
PC3	0.22	-0.10	1.00	-0.17	-0.22	0.04	0.22
PC4	0.29	-0.08	-0.17	1.00	-0.11	-0.04	0.29
PC5	0.27	-0.13	-0.22	-0.11	1.00	-0.02	0.27
PC6	-0.07	0.05	0.04	-0.04	-0.02	1.00	-0.07
PC7	1.00	0.15	0.22	0.29	0.27	-0.07	1.00

Commentaire : cette matrice illustre les relations statistiques entre les différentes composantes principales générées. Elle démontre comment l'information est répartie après la transformation ACP afin de sélectionner la composante la plus riche en données structurales (CP1).

Tableau 4 : Matrices de convolution de Sobel appliqué pour le rehaussement des linéaments

Sobel 0° (N-S)							
0	1	1	1	1	1	1	2
-1	0	2	2	2	3	3	1
-1	-2	0	3	4	2	2	1
-1	-2	-3	0	3	2	2	1
-1	-2	-4	-3	0	2	2	1
-1	-3	-2	-2	-2	0	0	1
-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1

Sobel 90° (E-O)							
1	2	1	1	1	1	1	0
1	3	2	2	1	0	0	1
1	2	4	3	0	-2	-1	-1
1	2	3	0	-3	-2	-1	-1
1	2	0	-3	-4	-2	-1	-1
1	0	-2	-2	-2	-3	-1	-1
1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2

Sobel 45° (NE-SO)						
1	1	1	2	1	1	1
1	1	2	3	2	1	1
1	2	3	4	3	2	1
0	0	0	0	0	0	0
-1	-2	-3	-4	-3	-2	-1
-1	-1	-2	-3	-2	-1	-1
-1	-1	-1	-2	-1	-1	-1

Sobel 135° (NO-SE)						
-1	-1	-1	0	1	1	1
-1	-1	-2	0	2	1	1
-1	-2	-3	0	3	2	1
-2	-3	-4	0	4	3	2
-1	-2	-3	0	3	2	1
-1	-1	-2	0	2	1	1
-1	-1	-1	0	1	1	1

Commentaire : L'application de ces matrices de convolution de Sobel (7x7) sur la première composante principale (CP1) constitue une étape fondamentale pour calculer le gradient d'intensité radiométrique et détecter les contours des discontinuités litho-structurales. Contrairement aux fenêtres classiques de 3x3, l'utilisation d'une matrice 7x7 est ici privilégiée pour le traitement des images Landsat 8 (résolution de 30 m) car elle assure un meilleur lissage des structures géologiques régionales tout en minimisant le bruit spectral de surface. En provoquant un effet d'ombre portée sur l'image, ces filtres directionnels rehaussent la perception visuelle des linéaments, ce qui facilite leur numérisation précise pour la cartographie des zones de cisaillement et de fracturation intense (Nana O., et al., 2024).

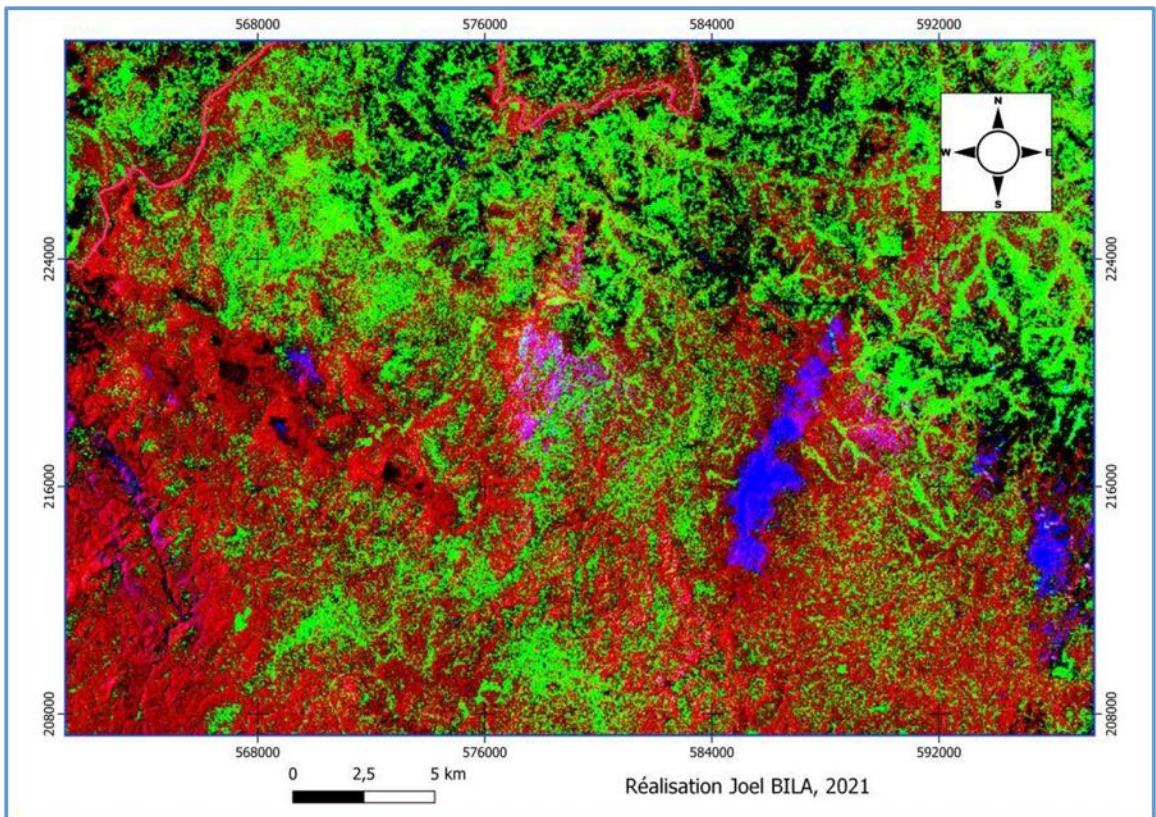


Figure 2 : Analyse en composantes principales (ACP)

Cette transformation a été appliquée à l'image en composition colorée 7-5-3. A chaque application de calculs, une nouvelle image est générée, de manière à rehausser des informations qui sont moins évidentes que dans l'image originale en composition colorée 7-5-3.

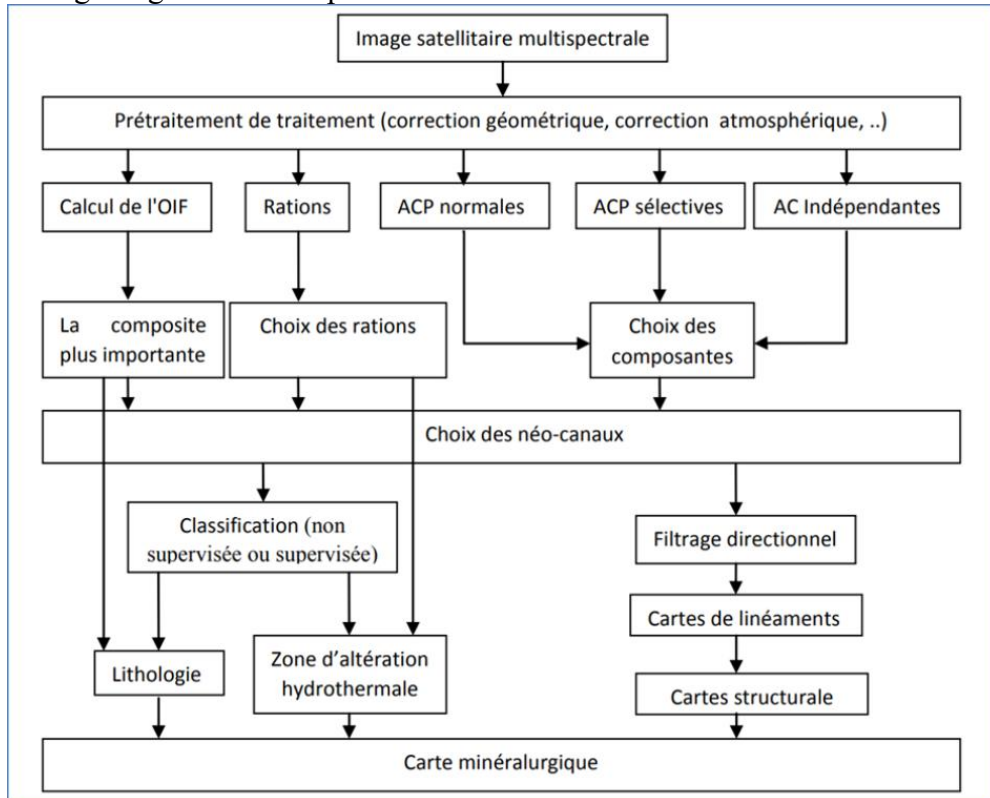


Figure 3 : Schéma récapitulatif du modèle de traitement. (El Atillah, A., et al., 2018)

Résultats

Les traitements numériques appliqués aux images Landsat 8 OLI/TIRS et leur intégration sous SIG ont permis de générer une série de données thématiques quantitatives et qualitatives essentielles pour le ciblage aurifère dans le territoire de Wamba.

Discrimination lithologique supervisée

La classification supervisée, calibrée par des données de terrain et d'anciennes cartes minières, a permis de cartographier sept classes lithologiques majeures.

- Les schistes et migmatites : Dominent la partie centrale, affichant des teintes caractéristiques sur les compositions colorées 7-5-3.

- Les Banded Iron Formations (BIF) : Apparaissent sous forme de crêtes allongées, cruciales car elles agissent comme des pièges chimiques pour l'or.
- Les intrusions granitiques : Identifiées comme des corps massifs influençant la structuration régionale.

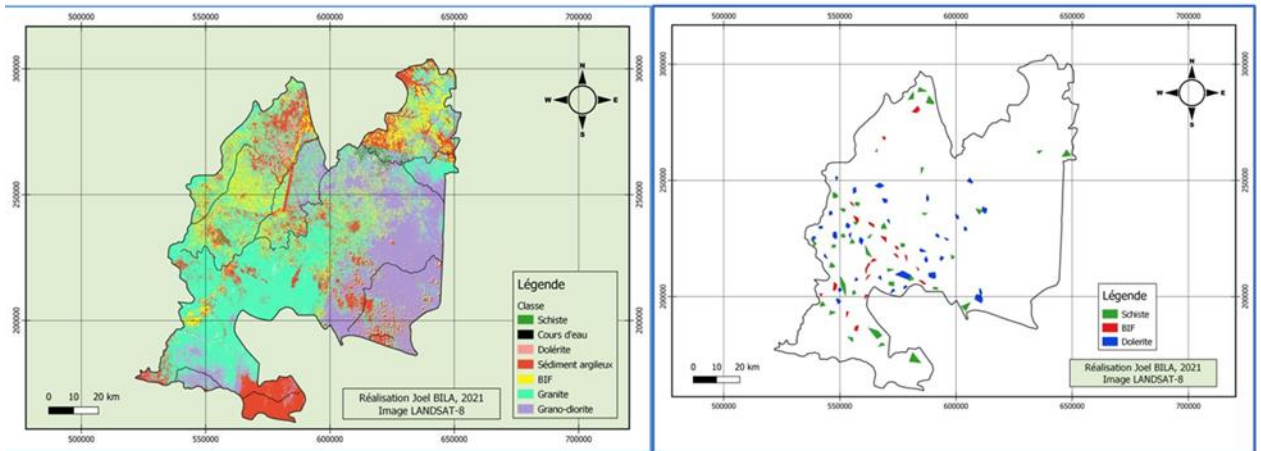


Figure 4 : Couverture lithologique et la distribution spatiale des schistes, BIF et dolérites (formations supposées regorger la minéralisation) dans le territoire de Wamba



Figure 5 : Les faciès lithologiques observés sur terrain ;
(a) bif, (b) schiste, (c) dolérite, (d) granite.

Analyse statistique du réseau de fractures

Le traitement a révélé un réseau complexe de 6551 fractures.

- Direction Prédominante : L'orientation majeure est NNE-SSW ($N20^{\circ}-30^{\circ}$), ce qui correspond à la rotation de la structure régionale du KZ Trend observée à Kibali. (Vargas, C. A., Allibone, A., et al., 2018).

- Directions Secondaires : Les familles NE-SW et N-S jouent un rôle de connectivité entre les structures majeures.
- Densité : Les zones de forte densité linéamentaire coïncident avec les zones de cisaillement intense, zones privilégiées pour la circulation des fluides hydrothermaux.

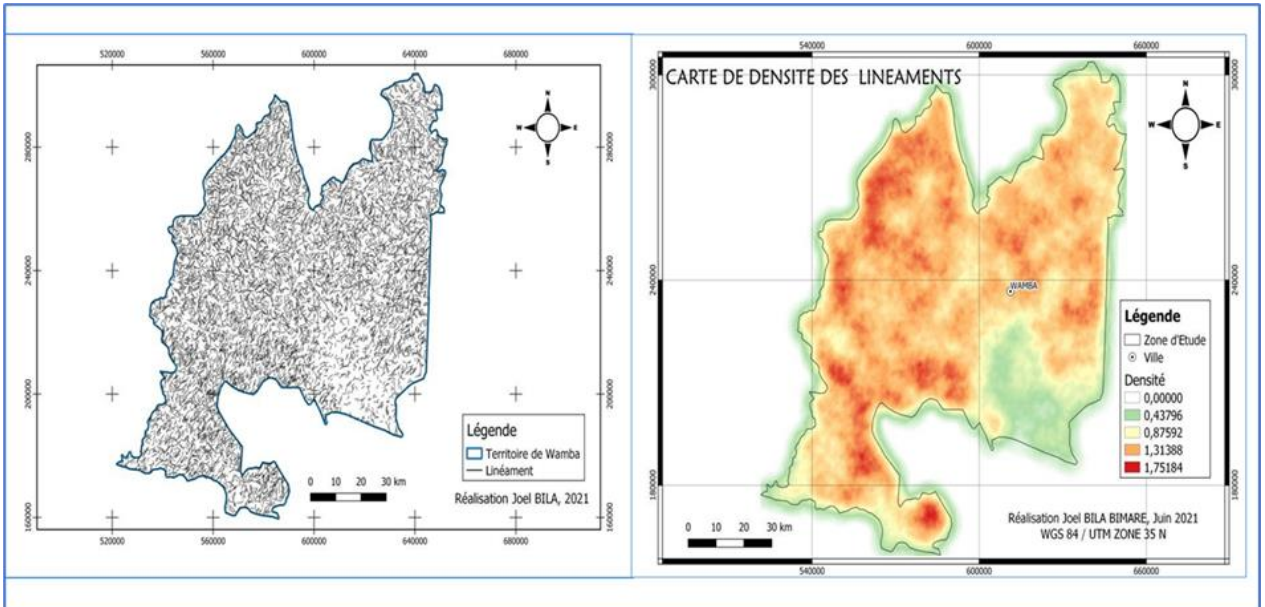


Figure 6 : Linéament extrait et densité des linéament dans le territoire de Wamba

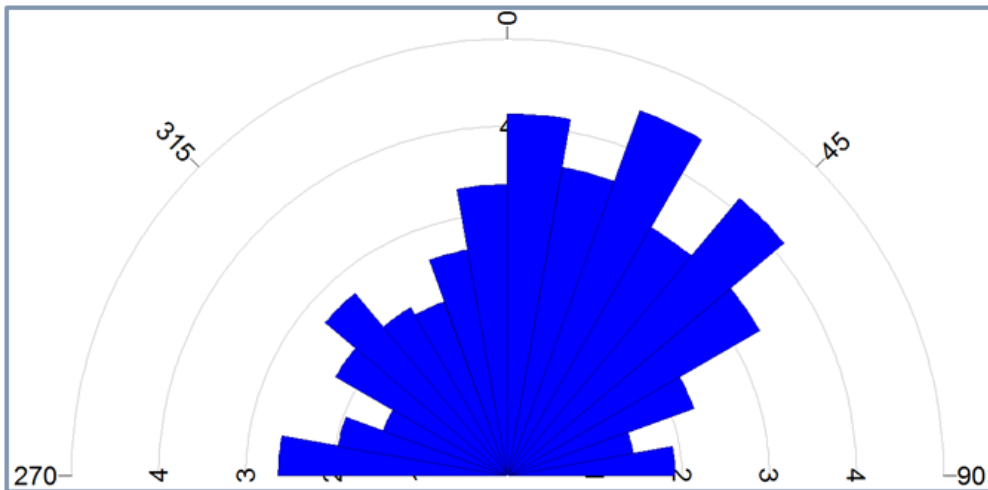


Figure 7 : Rosace directionnelle en nombre des fractures

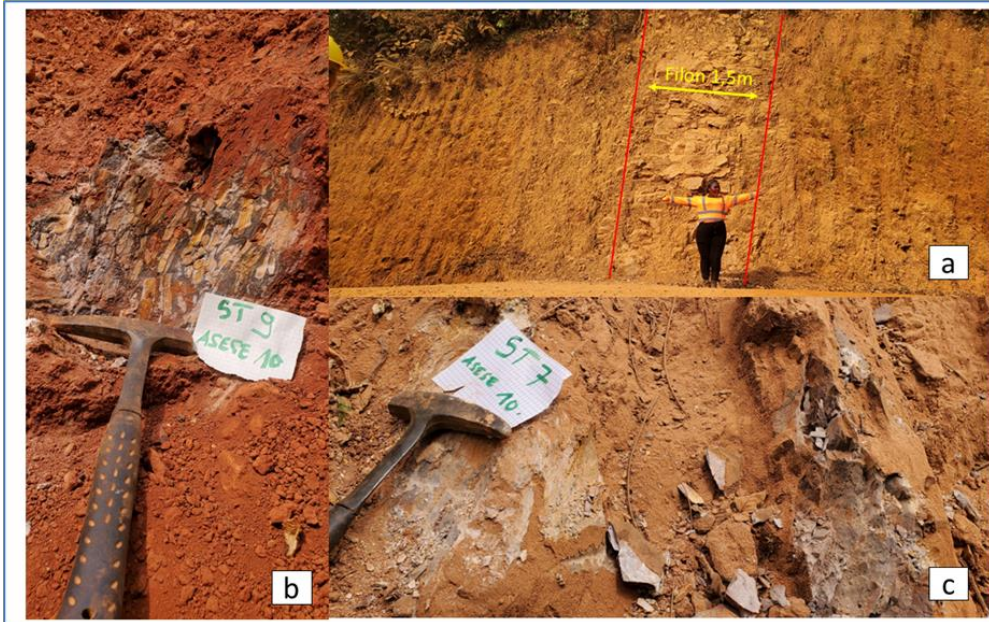


Figure 8 : (a) un paroi montrant un filon recoupant le contact entre le schiste et le bif ; (b) un affleurement de Bif-Sil ou simplement un bif silicifié (c) un schiste oxydé.

Cartographie des halos d'altération hydrothermale

L'utilisation des rapports de bandes a permis d'isoler les zones de transformation minéralogique liées aux fluides minéralisateurs.

- ❖ Rapport 4/2 : A mis en évidence des zones riches en oxydes de fer (hématite, goéthite), souvent situées en bordure des structures majeures.
- ❖ Rapport 6/7 : A discriminé les minéraux hydroxylés et les argiles (séricite/kaolinite). Sur le terrain, ces anomalies coïncident avec des affleurements de schistes très silicifiés observés dans les puits artisanaux.
- ❖ Signature BIF (6/5) : A permis d'affiner la délimitation des formations ferrugineuses silicifiées.



Figure 9 : (a) On observe sur cet affleurement de schiste une forte silicification dans un filon quartz minéralisé en Or au contact avec une mince couche de kaolinite, et cette couche de Kaolinite sert de marqueur d'halo d'altération hydrothermale autour de ce filon aurifère ; localisé dans un puits d'exploitation artisanale de l'or (b) Un affleurement de schiste très silicifié par altération hydrothermale porteur de la minéralisation dans cette région

Identification et priorisation des cibles

Le croisement multicritère sous SIG des densités de fractures, des contacts lithologiques (BIF/Schistes) et des anomalies d'altération a permis d'isoler six cibles :

- ❖ **Cibles de Priorité 1 (3 sites) :** localisées principalement au Sud et à l'Ouest, elles présentent une convergence totale de tous les indicateurs (forte densité structurale, présence de BIF et altération marquée).
- ❖ **Cibles de Priorité 2 (3 sites) :** Situées au centre de la zone, elles présentent des indices structuraux favorables mais des signatures d'altération plus diffuses.

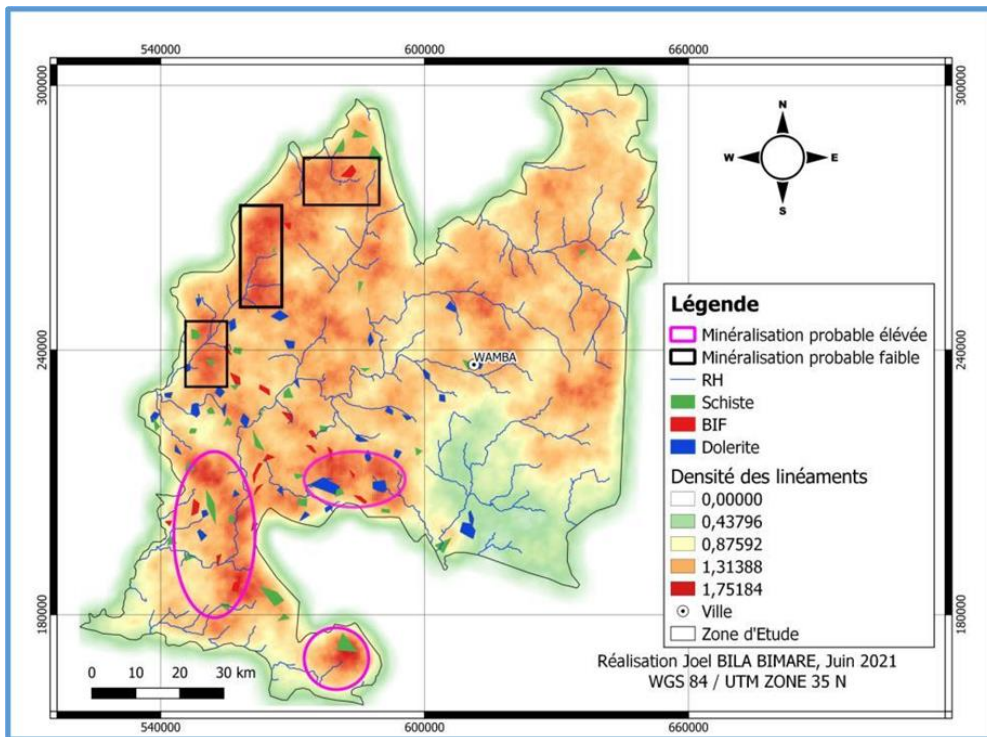


Figure 10 : Environnement géologique indispensable à la minéralisation aurifère



Figure 11 : (a) lavage à la batée ou panning (affinage manuel pour séparer l'or) (b) l'or concentré (c) exploitation artisanale de l'or par les orpailleurs. Situés dans la zone considérée comme cible priorité 1

Discussion des résultats

La convergence des indicateurs numériques et des observations de terrain permet de valider le potentiel aurifère du secteur et de hiérarchiser les cibles identifiées.

Analyse statistique du réseau de fractures

L'analyse statistique de la fracturation a mis en évidence un réseau complexe de 6.551 linéaments. La direction prédominante NNE-SSW (N20°-30°), complétée par les familles NE-SW et N-S, est d'une importance capitale. Ces orientations sont en corrélation étroite avec la structure régionale majeure appelée « KZ Trend », qui s'étend sur plus de 60 km et contrôle les gisements de classe mondiale du district de Moto (Vargas, C. A., Allibone, A., et al., 2018).

Dans le système Kibalien, ces structures de cisaillement ont servi de conduits principaux pour la migration des fluides hydrothermaux riches en H₂O-CO₂ (Barrick gold corporation., 2022). La forte densité de linéaments observée dans les parties Sud et Sud-Ouest de Wamba indique une zone de perméabilité structurale intense, condition indispensable au piégeage de la minéralisation aurifère orogénique.

Contrôle lithologique et rôle des banded iron formations (BIF)

La classification supervisée a permis d'individualiser sept classes, dont les schistes, les BIF et les dolérites, principalement localisés au Sud-Ouest. Selon le modèle de l'or orogénique en vigueur dans la ceinture de roches vertes de Moto, les BIF et les cherts fracturés agissent comme des pièges physiques (par contraste de ductilité) et des pièges chimiques (par réaction des fluides avec les minéraux ferreux).

L'identification de crêtes allongées de BIF superposées à des zones de cisaillement (linéaments) constitue un critère de ciblage de premier ordre. Les meilleures minéralisations sont souvent hébergées dans les BIF cisailés et bréchifiés sur les marges des zones de déformation.

Interprétation des halos d'altération hydrothermale

L'application des rapports de bandes (4/2 et 6/7) a révélé des anomalies spectrales caractéristiques. Ces signatures correspondent aux assemblages d'altération hydrothermale identifiés sur les sites de Kibali :

- L'assemblage ACSA-A (quartz-ankérite-séricite), détecté par le rapport 6/7 (minéraux hydroxylés/argiles), qui forme souvent un halo étendu autour des zones minéralisées.
- L'assemblage ACSA-B (sidérite-pyrite), plus restreint, qui est spatialement associé de manière destructive aux corps minéralisés et

détecté par les anomalies d'oxydes de fer (Barrick gold corporation., 2022).

La présence de ces halos d'altération, observés également sur les parois silicifiées des puits artisanaux à Wamba, confirme que les fluides minéralisateurs ont effectivement circulé dans les zones cibles détectées par satellite.

Synthèse et priorisation des cibles d'exploration

La superposition multicritère sous SIG a permis d'identifier six cibles, dont trois sont qualifiées de « haute priorité ». Ces sites présentent une convergence parfaite entre :

1. Une forte densité linéamentaire (zones de cisaillement).
2. La présence de BIF fracturés au contact des schistes.
3. Des anomalies d'altération marquées (halos sériciteux et oxydes de fer).

La validation de ces cibles par des images de terrain montrant des activités d'orpaillage (lavage à la batée, puits artisanaux) dans les secteurs de priorité 1 prouve l'efficacité de cette approche numérique pour orienter la prospection.

Avantages et limites de l'approche multispectrale

Le couplage télédétection et SIG offre un avantage économique majeur pour couvrir les zones inaccessibles et à couverture végétale dense du territoire de Wamba. Cependant, la résolution spatiale de Landsat 8 (30m) limite la détection directe des filons de quartz plurimétriques. Bien que l'image ASTER soit jugée plus performante pour la discrimination minéralogique fine grâce à ses bandes SWIR, notre modèle basé sur Landsat 8 fournit un guide de reconnaissance solide et fiable.

Conclusion

Cette étude a démontré la puissance de l'intégration des données de télédétection multispectrale (Landsat 8 OLI/TIRS) et des Systèmes d'Information Géographique (SIG) dans l'élaboration d'un guide de prospection aurifère pour le territoire de Wamba. L'approche méthodologique, rigoureusement appuyée sur le calcul de l'Optimum Index Factor (OIF) pour la sélection des bandes et sur l'Analyse en Composantes Principales (ACP) pour l'extraction structurale, a permis de pallier les contraintes majeures de la région, notamment son inaccessibilité et sa couverture végétale dense.

L'analyse a mis en évidence un réseau de 6.551 linéaments, dominé par une direction majeure NNE-SSW. Cette orientation n'est pas fortuite : elle s'aligne parfaitement sur le "KZ Trend", la structure régionale majeure qui contrôle les gisements aurifères de classe mondiale dans la ceinture de roches

vertes de Moto. Le croisement spatial des unités lithologiques clés (schistes et Banded Iron Formations) avec les halos d'altération hydrothermale (détectés par les rapports de bandes 4/2 et 6/7) a permis d'identifier six cibles d'exploration.

Trois de ces cibles sont qualifiées de "haute priorité" en raison de la convergence exceptionnelle des indicateurs litho-structuraux et spectraux. La présence d'activités minières artisanales (orpaillage) dans ces secteurs spécifiques constitue une validation empirique directe de notre modèle numérique. Cette méthodologie offre aux opérateurs miniers un outil d'aide à la décision à la fois rapide et économique, réduisant considérablement les risques financiers liés aux premières phases de reconnaissance.

Pour transformer ces cibles prospectives en ressources prouvées, nous recommandons les étapes suivantes :

1. Validation de terrain (Ground-truthing) : Engager des campagnes de prélèvements géochimiques (sols et sédiments de ruisseaux) pour confirmer les teneurs en or.
2. Analyse des éléments traceurs (Pathfinders) : Prioriser l'analyse de l'Arsenic (As) et de l'Antimoine (Sb), qui sont des indicateurs d'accompagnement critiques dans le Kibalien.
3. Télédétection à haute résolution : Utiliser des images à plus haute résolution spatiale ou des capteurs hyperspectraux (type ASTER ou PRISMA) pour affiner la cartographie des veines de quartz et des zones de cisaillement millimétriques.

En définitive, ce travail ne remplace pas la géologie de terrain classique, mais s'établit comme un complément indispensable. La généralisation de ce modèle à l'ensemble de la province du Haut-Uélé constituerait un atout majeur pour la relance durable du secteur minier en République Démocratique du Congo.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Affian K., Brou F. A., Djagoua É. V., Robin M., Azagoh M. C., N'guessan P., Kouame F., Saley M. B. Et Biémi J. (2004). Contribution de la télédétection à la recherche de gisement d'or dans

- la région d'Angovia en Côte d'Ivoire. *Téledétection*, vol. 4, n°3, pp. 277-288.
2. Allibone A. H., Vargas C. A., Jogens R., Mackenzie D. Et Holliday J. (2020). Geologic map of central and eastern equatorial Africa showing the distribution of Archean and Proterozoic rocks in the Congo craton. *Barrick Technical Report*.
 3. Antoine D. (2015). *Guide pratique et rapide pour l'acquisition de l'image LANDSAT et la réalisation d'une analyse diachronique type*. Université de Liège, 10 p.
 4. Barrick Gold Corporation. (2022). *Technical Report on the Kibali Gold Mine, Democratic Republic of the Congo*. Effective Date: 31 December 2021.
 5. Biemi J. (1992). *Contribution à l'étude géologique, hydrogéologique et par télédétection des bassins versants subsahéliens du socle précambrien d'Afrique de l'Ouest*. Thèse de Doctorat d'État, Univ. Nat. Côte d'Ivoire.
 6. Boubacar F. Et Konaté M. (2020). Utilisation de la télédétection et du SIG pour la cartographie des zones minéralisées en or dans la province panafricaine du sud-est du Niger. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 36, pp. 230-252.
 7. Chavez P. S., Berlin G. L. Et Sowers L. B. (1982). *Optimum Index Factor (OIF)*. American Society of Photogrammetry.
 8. Diakite Y., Ahoussi K. E., Soumahoro S., Et Toure I. (2019). Application d'un système d'information géographique (SIG) pour la mise en évidence des formations abritant la minéralisation aurifère en Côte d'Ivoire : cas du département de Katiola. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, Vol. 40, N° 2, pp. 345-358.
 9. El Atillah A., El Morjani Z. E. A., Et Souhassou M. (2018). Utilisation de l'image multispectrale pour l'exploration et la recherche des ressources minérales : État des connaissances et proposition d'un modèle de traitement. *European Scientific Journal*, Vol. 14, No. 24.
 10. El Hadani D. (1997). Télédétection et systèmes d'information géographique pour la gestion et la recherche de l'eau. *Géo-observateur*, 1, 28 p.
 11. Fernandez-Alonso M., Kampata D., Mupande J.-F., Dewaele S., Laghmouch M., Baudet D., Lahogue P., Badosa T., Kalenga H., Onya F., Mawaya P., Mwanza B., Mashagiro H., Kanda-Nkula V., Luamba M., Mpoyi J., Decrée S. Et Lambert A. (2015). *Carte Géologique de la République Démocratique du Congo au 1/2.500.000, Notice Explicative*. Ministère des Mines, RDC.

12. Gaboury D. (2019). Les minéralisations aurifères d'Afrique de l'Ouest : différences et similitudes avec l'Abitibi. *Ressources Mines et Industrie*, Vol. 6, n°2, pp. 37-42.
13. Imessaoudene N. (2012). *Utilisation de la télédétection pour la cartographie géologique du massif des Eglab et de sa bordure sédimentaire (Sud-Ouest Algérie)*. Mémoire de fin d'étude, Université Ferhat Abbas - Setif.
14. Lavreau J. Et Ledent D. (1975). Établissement du cadre géochronologique du Kibalien (Zaïre). *Annales de la Société Géologique de Belgique*, T. 98, pp. 197-212.
15. Melleton J., Fournier E., Et Gloaguen E. (2018). Les techniques d'exploration minière utilisées pour la recherche de l'or. *Annales des Mines - Réalités industrielles*, pp. 5-9.
16. Nana Oumarou Baba, Ewodo Mboudou, G., Kah Elvis, F., Diguim Kepnamou A., Mohamadou Mouctar Et Messi G. (2024). Geomatics Applied to Update the Geological Map of the Benoue Upstream Watershed (BUW). *Journal of Geosciences and Geomatics*, Vol. 12, No. 4, pp. 87-95.
17. Omasombo Tshonda J. (dir.). (2011). *République démocratique du Congo. Haut-Uele. Trésor touristique*. Série « Monographies des provinces de la RD Congo ». Vol. 2. Bruxelles-Tervuren : Le CRI-MRAC.
18. Ouedraogo B., Pale S., Et Ki I. (2020). Apport de la télédétection et des SIG à l'exploration d'un site aurifère : Cas de Dodougou au Burkina Faso. *Revue burkinabè de la recherche, Sciences naturelles et appliquées*, Vol. 39, n°1.
19. Slimene S. (2017). *Extraction semi-automatique des linéaments et des indicateurs morphométriques dans un environnement SIG pour la caractérisation morphostructurale de la région de Nefza*. Thèse de Doctorat, Université de Tunis El Manar.
20. Vargas C. A., Allibone A., Jongens R., Mackenzie D. Et Holliday J. (2018). *Geology and controls on mineralization at the Archean Kibali (KCD) gold deposit, NE DRC*. Presentation, December 2018.
21. Woodtli R. (1956). *La structure de Kilo, contribution à l'étude des fossés africains*. Académie royale des sciences coloniales, Mémoire in 8°, Tome VI, Fasc. 2.
22. Yao T. K., Fouché-Grobla O., Yéi Oga M. S., Et Assoma, V. T. (2012). Extraction de linéaments structuraux à partir d'images satellitaires, et estimation des biais induits, en milieu de socle précambrien métamorphisé. *Revue Télédétection*, 10, pp. 161-178.

Integrated Morphometric and Pedological Approach for Mapping Groundwater Availability Potential of Urban Watersheds: Case Study of the Former Municipality of Ratoma (Guinea)

Tokpo Ninamou

Laboratory of Science and Technology of Water and the Environment (LSTEE), National Institute of Water (INE), African Centre of Excellence for Water and Sanitation (C2EA),

University of Abomey-Calavi (UAC), Cotonou, Benin

Hydraulics Laboratory of the Small Hydropower Technology Center
University Gamal Abdel Nasser of Conakry, Guinea

Elegbede Manou Bernadin, MC

Laboratory of Science and Technology of Water and the Environment (LSTEE), National Institute of Water (INE), African Centre of Excellence for Water and Sanitation (C2EA),

University of Abomey-Calavi (UAC), Cotonou, Benin

Kourouma Mory, MA

Applied Research Laboratory in Geoscience and Environnement,
Institute of Mines and Geology of Boké (ISMGB), Guinea

NTcha Tchantipe

Laboratory of Science and Technology of Water and the Environment (LSTEE), National Institute of Water (INE), African Centre of Excellence for Water and Sanitation (C2EA),

University of Abomey-Calavi (UAC), Cotonou, Benin

Pr. Sine Diakite

Urban Study and Research Laboratory (LERU),
Higher Institute of Architecture and Urban Planning, Guinea

[Doi:10.19044/esj.2026.v22n11p73](https://doi.org/10.19044/esj.2026.v22n11p73)

Submitted: 19 November 2025

Accepted: 23 April 2026

Published: 30 April 2026

Copyright 2026 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Ninamou, T., Elegbede, M.B., Kourouma, M., Ntcha, T., & Diakite, S. (2026). *Integrated Morphometric and Pedological Approach for Mapping Groundwater Availability Potential of Urban Watersheds: Case Study of the Former Municipality of Ratoma (Guinea)*. European Scientific Journal, ESJ, 22 (11), 73. <https://doi.org/10.19044/esj.2026.v22n11p73>

Abstract

To address water supply challenges in urban zones, this study proposes an integrated approach to characterize the water availability potential of the watersheds in the municipality of Ratoma in Guinea. This work combines remote sensing, Geographic Information Systems, pedology, and multivariate statistical analysis. Based on the DTM, 38 watersheds were characterized based on 23 morphometric parameters. Principal Component Analysis explained 72,92% of the total variance across three axes: size and drainage (39,86%), relief energy (18,79%), and the shape and compactness axis (14,28%). Hierarchical ascending classification identified two functional groups: small basins (0,16-1,67 km²) with rapid hydrological response, and larger basins (1,76-7 km²) with slower dynamics. Simultaneously, pedological analysis identified nine soil units, dominated by skeletal formations (75%) with rapid drainage. Soil granulometric analysis revealed textural variability that can influence infiltration. Coarse soils have high infiltration capacity but low water retention, while fine soils display temporary hydromorphism. Combining the results allowed for the spatial identification of areas with high water potential (hydromorphic soils) and transit areas (skeletal soils). Nevertheless, the hydrological responses remain hypothetical and do not allow for the establishment of predictive capacities for flow rates or recharge. Therefore, hydrogeological investigations remain necessary to refine the methodological approach used in order to produce a decision-making tool for the sustainable management and planning of water resources, facilitating the choice of drilling sites.

Keywords: Urban watershed, Remote sensing, Morphometry, Statistical analysis, Water potential

1. Introduction

Improving access to safe drinking water for populations living in urban and peri-urban areas, particularly through the development of water points such as boreholes, enables communities to obtain a reliable and sustainable water supply. The success and long-term sustainability of these groundwater sources primarily depend on selecting an appropriate site.

To identify the most suitable location, several interdependent factors must be considered, including resource availability, accessibility, and exploitability. In this study, “availability” refers to parameters such as drainage, slope, infiltration, and landform characteristics. Therefore, a morphometric and pedological characterization of the study area watersheds is required.

By definition, a watershed is a land area drained by a main stream and its tributaries. According to Polidori L. (1997), a watershed results from the

interaction between a rainfall field and the land surface. The USGS (2019) views watersheds in terms of water reservoir development, while UNESCO-IHP (1973) proposed adapted approaches for watershed characterization. Kirsten Hennrich (2004) describes the watershed as a functional unit for hydrological research by introducing integrated management. Michel Lang (2015) defines a watershed as the region where all flows from rainfall, groundwater, or glacier melt accumulate and converge toward a specific outlet, bounded by ridgelines that delimit the actual drainage zone.

Watershed morphology analysis relies on field observations, maps, and satellite data. Key influencing factors include land use, soil lithology, vegetation cover, climate, runoff intensity, and hydrological risks; their interaction explains watershed hydrological behavior (Baba-Hamed, 2016). In urban settings, unplanned construction and soil sealing strongly alter hydrological regimes and increase flood risks (Desbordes, 1989). Recent work by Cyrus Omwoyo Ongaga (2024) shows that quantifying imperviousness shortens the concentration time and disrupts the hydrological cycle.

The objective of the article is to employ remote sensing data to analyze hydromorphometric parameters by integrating with pedological characteristics, which influence hydrology, to estimate zones of relative groundwater potential within watersheds. Satellite imagery provides continuous spatiotemporal data over the study area. The collected information was processed using statistical methods to classify watersheds into homogeneous groups according to their physical and hydrological characteristics.

2. Methodology and materials used

2.1. Study Area

Located between latitudes 9°34'N – 9°42'N and longitudes 13°32'W – 13°40'W, Ratoma covers 62,12 km² in the north to northwest of Conakry, bordered by the Atlantic Ocean to the north, the commune of Dubreka to the east, Matoto to the southeast, and Dixinn to the west. Topography ranges from 0 to 130 m in elevation, with flat terraces at approximately 20m altitude and slope descending gently toward the Kakoulima Mountains which peak at 10007m. Transverse depressions channel predominantly seasonal watercourses from the ridgeline toward the coast. While the hydrographic network consists of marigots and lakes. The dominant relief type is erosional and erosion-denudation. Ratoma experiences a subtropical climate with alternating dry and rainy seasons, governed by monsoon winds. Vegetation is limited to the Kakimbo forest (Sylla Morciré, 1995). Following FAO (2016) field soil description procedure, Ratoma soils are classified as azonal.

2.2. Data and materials

Data used comprise a Digital Elevation Model (DEM), Google Earth imagery and OpenStreetMap imagery, 1:50 000 topographic map, mobile GPS, pedological data and SPSS, ArcGIS, QGIS and GlobalMapper for analysis of watershed delineation, spatial processing, and evaluation of hydro-morphometric parameters and groundwater-related characteristics, following approaches validated by Bentekhici N. (2006), Baba Hamed & Bounani (2016), and Lakraa (2022).

2.3. Methods

For characterizing the Ratoma watersheds, we adopted their definition and function (USGS, 2019). This characterization relies on an integrated approach combining geospatial and pedological analyses, structured into five stages following FAO (2023) and USGS (2019) guidelines. It integrates GIS tools, satellite DEM data and multivariate statistical methods to identify controlling parameters and assess groundwater potential.

2.3.1. Use of satellite imagery: Satellite imagery constituted our primary data source, enabling mapping of inaccessible areas. The raster derived from Landsat 8 characterized the current terrain morphology. Following Ahmad Badruzzaman et al. (2025), satellite image processing and feature extraction methods were applied. In this study, parameter determination followed a structured procedure outlined accordingly:

Step 1: watershed delineation and hydrographic network extraction were performed using a DEM derived from SRTM data (30 m resolution) downloaded from the USGS platform. Processing in QGIS enables the extraction of flow direction, flow accumulation, and associated watersheds boundaries, following the methodology outlined by the USGS (2019).

Step 2: It concerns the morphometric analysis, aiming to compute shape and network parameters following the methods described in Horton R. E. (1932, 1945) and Strahler (1957). Table 1 presents the calculation methods used for steps 1 and 2 based on empirical formulas.

Table 1: Methods for determining characteristic parameters of watersheds

Morphometric parameters	Methods	References
	Geometric parameters	
Watershed area (A)	Automatic extraction by Arc Hydro from Argis	(Schumm
Watershed perimeter (P)	Automatic extraction by Arc Hydro de Argis	S.A., 1956)
Gravelius compactness coefficient (This coefficient is used to assess the circularity of a watershed.)	$K_G = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}}$ <i>K_G – Gravelius compactness index; P – Watershed perimeter (km); A – Watershed area (km²).</i>	(Horton Robert E., 1945)

<p>Equivalent rectangle <i>(Used to assess the influence of watershed geometry on surface runoff)</i></p>	$L_r = \frac{K_G \sqrt{A}}{1,12} \times \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{K_G} \right)^2} \right]$	<p>(Horton Robert E., 1945)</p>
<p>Relief parameters of watersheds</p>		
<p>Maximum altitude <i>(The maximum altitude corresponds to the highest point in the watershed)</i></p>	<p>Analysis of the topographic map</p>	
<p>Minimum altitudes <i>(The minimum altitude indicates the lowest point of the BV)</i></p>	<p>Analysis of the topographic map</p>	
<p>Median elevation <i>(This is the elevation read at the point with an abscissa of 50% of the total area of the BV, on the hypsometric curve)</i></p>	<p>Altitude at the abscissa point 50% of the total area of the BV</p>	<p>(Schumm S.A., 1956)</p>
<p>Average elevation <i>(This is deduced directly from the hypsometric curve or from reading a topographic map.)</i></p>	$H_{moy} = \sum \frac{A_i \times h_i}{A}$	<p>H_{moy} – average altitude (m); A_i – Area of each altitude range (km²); h_i – average altitude of each range (m); A – Total area of the BV (km²).</p>
<p>Average slope <i>(The average slope is a parameter that provides information about the topography of the basin)</i></p>	$i_m = \frac{D \times L}{A}$	<p>i_m – Average slope (m/km or %); L – Total length of all contour lines (km); A – Total area of the watershed (km²); D – Equidistance between two contour lines (m).</p>
<p>Average slope index <i>(Ratio between the difference in extreme altitudes and the length of the equivalent rectangle)</i></p>	$I_{pm} = \frac{(H_{max} - H_{min})}{L_r} = \frac{\Delta H}{L_r}$	<p>I_{pm} – Average slope index (m/km or %); L_r – length of the equivalent rectangle (km); H_{max} – maximum altitude (m); H_{min} – minimum altitude (m).</p>
<p>Overall gradient index <i>(This is the ratio between the overall elevation gain and the length of the equivalent rectangle)</i></p>	$I_{pg} = \frac{D_g}{L_r}$	<p>I_{pg} – Overall gradient index (m/km); L_r – length of the equivalent rectangle (km); D_g – Overall elevation gain (m).</p>
<p>Roche slope index <i>(Sum of the square roots of the average slopes of each partial element between two contour lines, weighted by the partial area associated with it and measured on the equivalent rectangle)</i></p>	$I_{pr} = \frac{1}{\sqrt{L_r}} \sum \sqrt{a_i \cdot d_i}$	<p>Where: I_{pr} – Slope index of rock (%); L_r – length of the equivalent rectangle (km); a_i – percentage of the area between the contour lines; d_i – distance between the contour lines (m).</p>

<p>Overall elevation difference <i>(Taken from the hypsometric curve, this is the difference between the upstream altitude and the downstream altitude)</i></p>	$D_g = H_{5\%} - H_{95\%}$ <p>Where: D_g – Total elevation difference (m); $H_{5\%}$ – altitude corresponding to 5% of the total area of the watershed (m); $H_{95\%}$ – altitude corresponding to 95% of the total area of the watershed (m).</p>	<p>(Cartier L. et Leclerc A., 1964)</p>
<p>Specific elevation difference <i>(Allows comparison of watersheds of different sizes)</i></p>	$D_s = I_{pg} \times \sqrt{A}$ <p>Where: D_s – Specific elevation difference (m); I_{pg} – Overall slope index (m/km); A – Total watershed area (km²).</p>	
<p>Parameters of the watershed hydrographic network</p>		
<p>Order of watercourses <i>(The order of a watercourse describes the development of a basin's drainage network from upstream to downstream).</i></p>	<p>Hierarchy of watercourses according to Strahler</p>	<p>(Strahler A. N., 1957)</p>
<p>The confluence ratio <i>(This is the ratio between the number of watercourses of order n and the number of watercourses of order n+1)</i></p>	$N_c = \frac{N(n)}{N(n+1)}$ <p>Where: N_c – Confluence ratio of watercourses; $N(n)$ – Number of watercourses of order n; $N(n+1)$ – Number of watercourses of order "n+1".</p>	<p>(Schumm S.A., 1956)</p>
<p>The length ratio <i>(This is the ratio of the average lengths of rivers of order n to the average lengths of rivers of order n-1)</i></p>	$N_l = \frac{N(n+1)}{N(n)}$ <p>Where: N_l – Length ratio of watercourses; $N(n)$ – Average length of watercourses of order n (km); $N(n+1)$ – Average length of watercourses of the next order "n+1".</p>	<p>(Horton Robert E., 1945)</p>
<p>Drainage density <i>(This is the ratio of the total length of permanent and temporary watercourses to the surface area of the watershed).</i></p>	$D_d = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{A}$ <p>D_d – Drainage density (km/km²); L_i – length of watercourses (km); A – surface area of the watershed.</p>	
<p>Frequency of watercourses or hydrographic density <i>(This is the ratio of the total number of thalwegs of all orders to the surface area of the watershed).</i></p>	$F_c = \frac{\sum N_i}{A}$ <p>Where: F_c – Frequency of watercourses; N_i – Number of watercourses; A – Watershed area.</p>	<p>(Horton R. E., 1932)</p>
<p>Torrentiality coefficient <i>(This is the product of drainage density and the frequency of elementary watercourses (order 1).)</i></p>	$C_t = D_d \times F_{c1} = D_d \times \frac{N_1}{A}$ <p>C_t – Torrentiality coefficient; D_d – Drainage density (km/km²); F_{c1} – Frequency of order 1 watercourses; N_1 – Number of order 1 watercourses; A – Watershed area (km²).</p>	<p>(BRGM & ANTEA, 2014)</p>
<p>Concentration time T_c</p>	$T_c = \frac{0,12\sqrt{A}}{\sqrt{P}}$	

(This is the time taken for the first raindrop to fall on the furthest point of the basin to reach the outlet).

$$T_c = \frac{0,1108 \times 3 \times \sqrt{A \times L_t}}{\sqrt{P}}$$

T_c – Concentration time (hours); L_t – Length of the main thalweg (km); P – Weighted average slope in %; A – Watershed area (km²).

Flow velocity

(This is the distance traveled by a mass of water per unit of time.)

$$V_e = \frac{L_t}{T_c}$$

V_e – Flow velocity (km/h); L_t – length of the main thalweg (km); T_c – Concentration time (hours).

(Manning Robert, 1891)

2.3.2. Soil characterization

Step 3: soil characterization is based on data provided by the National laboratory and field measurements (granulometry tests) conducted by the National Agency for Geosciences. This approach enabled the assessment of soil permeability and infiltration capacity (D2487-17, 2025; Robert P. Chapuis, 2003).

2.3.3. Validation of morphometric parameter results

Due to the extent of the study area and financial constraints, we chose to limit morphometric parameter validation to a few watersheds. This strategy will be extended in future studies. For validation, direct field measurements of minimum, maximum, and mean elevation, total thalweg count, and thalweg order were taken. Result accuracy was then calculated as follows:

- calculation of absolute error: $|Parameter_{field} - Parameter_{SIG \text{ or } EDM}|$
- calculation of relative error: $\frac{|Parameter_{field} - Parameter_{SIG \text{ or } DEM}|}{Parameter_{field}} \times 100$

2.3.4. Multivariate statistical analysis method

Step 4: To classify the watershed, its morphometric parameters must first be determined. These parameters are numerous and each has its own unit, leading to a large and complex data matrix that is difficult to interpret. The use of multivariate statistical methods therefore, provides an efficient way of tackling this complexity. The main objective of this analysis is to characterize each watershed using statistical approaches and to assess its morphometric behavior. Researchers such as Faye Cheikh (2014) have already used this strategy to group and interpret the relationships between measured parameters. To this end, two approaches have been adopted to characterize the watershed parameters: Principal Component Analysis (PCA) and Hierarchical Cluster Analysis. PCA is used to reduce the dimensionality of the dataset and to identify the main structural factors controlling the morphology and hydrology of the watersheds. The reduction is only possible if the initial variables are moderately to strongly correlated and not independent (Chirala U, 2012).

Many studies, including those by Cloutier & al. (2008), Faye Cheikh (2014), and Faidance Mashauri MM, (2023), have applied this method in hydrological and morphometric analyses.

Data must be carefully prepared before PCA, due to differences in scales and units, the need for standardization, the presence of outliers, and the necessity of checking the correlation between variables. The variable-selection procedure involved removing severe multicollinearity while preserving the representativeness of the tree hydro-morphometric parameters. Given the absence of missing values in the dataset (38 watersheds × 23 variables = 874 complete observations), each variable was transformed into a z-score using the following formula: $Z = \frac{X_{ij} - \underline{X}_j}{\sigma_j}$

Where X_{ij} –is the raw value of basin i for variable j, \underline{X}_j –is the mean of variable j over the 38 basins, et σ_j –the standard deviation.

After this z-score transformation, each variable has a mean of 0 and a standard deviation of 1. Because the variables are expressed in different units, PCA is performed on the Pearson correlation matrix (Pearson, K., 1901). In this case, the Pearson correlation coefficient is calculated as follows:

$$r_{xy} = \frac{cov(x, y)}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \underline{x})(y_i - \underline{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \underline{x})^2 \times \sum_{i=1}^n (y_i - \underline{y})^2}}$$

Où n –the number of observations, $\underline{x}, \underline{y}$ –are the variables x and de y, $\sigma_x \sigma_y$ –are their respective standard deviations.

Here, our approach follows these steps: (1) data preparation and standardization, (2) computation of the correlation matrix and removal of redundant variables, and (3) assessment of data adequacy (Bartlett's test and KMO) before applying PCA to the retained variables. In this study, the analyzed data include 23 parameters measured on 38 watersheds, grouped into three categories: geometric parameters, relief parameters, and hydrological parameters. Because the variables are expressed in different units, the correlation matrix was used to neutralize scale differences, reveal relationships between variables, and produce the most interpretable and reliable components (Sarita Gajbhiye Meshram, 2017; Stuti Chaudhary, 2021).

One the contribution of each variable to the overall analysis is understood, hierarchical clustering is applied to group the watersheds according to these indicators. Starting with each observation as an individual cluster, this method progressively merges clusters two by two until a single global cluster is formed, producing a hierarchical structure visualized as a dendrogram. Researchers such as Güler et al. (2002), and Faidance Mashauri M. & al. (2023) have used this method to analyze various hydrological and environmental parameters. A set of quantitative indicators was then computed

using Python (scikit-learn, scipy, numpy) to classify the watersheds into different groups according to their hydrological potential and capacity to act as water storage units (Gaucherel C., 2003).

Step 5: This step consists of combining the results from Step 3 with those from Step 4. The objective is to assess the water availability potential by combining the results from the multivariate statistical analysis with the soil map.

3. Results

3.1. Determination of morphometric parameters

Hydro-morphometric parameters were automatically extracted using the Arc Hydro extension in ArcGIS, yielding 38 delineated watersheds. Geometric, relief, and hydrographic parameters (talweg order, drainage density, torrentiality coefficient, concentration time, and flow velocity) were either derived from the software or computed manually using empirical formulas (Table 1). Results are presented in Figure 1 and Tables 2, 3, and 4.

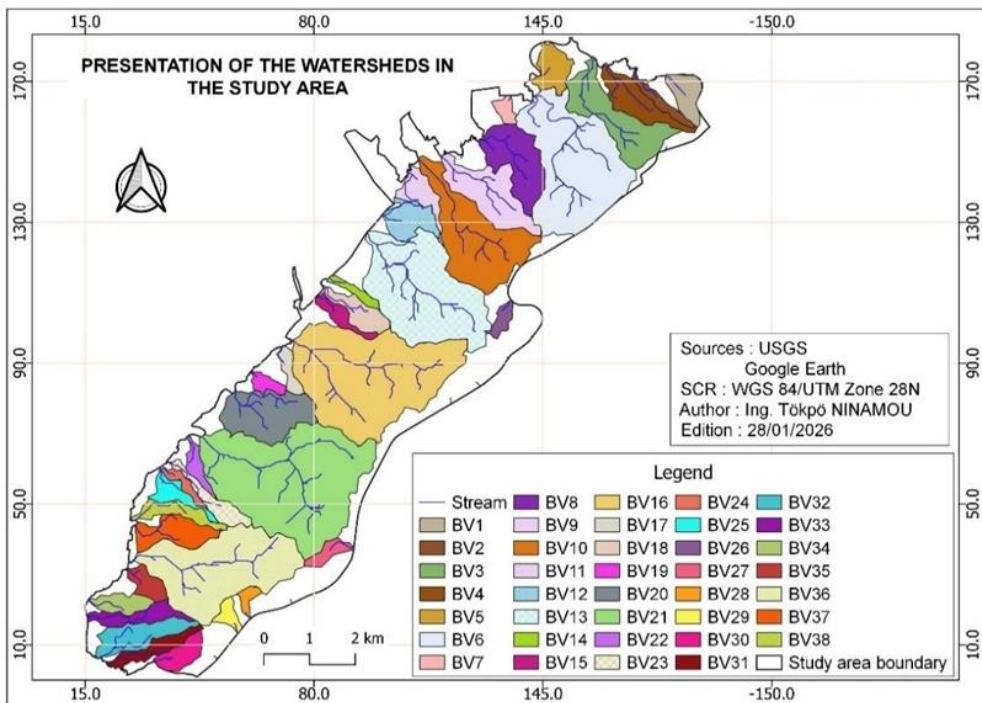


Fig. 1: Presentation of the watersheds in the former municipality of Ratoma

Table 2: Hydro-morphometrics characteristics of the watersheds

N° BV	Geometric Parameters								Relief Parameters								Hydrographic Parameters												
	S	P	KG	L _t	L _{max}	l _{eq}	l _{eq}	l _{eq}	D _g	D _s	I _{pg}	Z _{max}	Z _{min}	H _{mov}	H _{50%}	i _{mov}	I _{pm}	I _{pr}	Ord	N _t	L _t / L _t	R _c	R _l	F	F ₁	D _d	C _t	T _c	V _e
1	0.55	3.29	1.25	0.59	1.31	0.66	1.18	0.46	66.00	41.32	5.59	129.00	58.00	101.06	104.30	0.12	6.01	2.64	1.00	2.00	0.59	0.00	0.00	3.66	3.66	1.08	3.96	0.71	0.74
2	0.30	4.09	2.10	0.95	1.75	0.22	1.89	0.16	93.80	27.11	4.97	129.00	16.00	83.53	86.50	0.12	5.99	2.49	1.00	1.00	0.95	0.00	0.00	3.36	6.72	2.99	10.04	0.43	1.04
3	1.92	8.45	1.71	2.81	2.52	1.28	3.71	0.52	93.70	34.98	2.53	121.00	1.00	43.58	27.70	0.03	3.24	1.78	2.00	9.00	4.08	1.25	1.56	4.70	2.61	2.13	5.57	1.87	1.50
4	0.95	5.88	1.69	1.51	2.46	0.74	2.57	0.37	112.10	42.62	4.37	130.00	3.00	57.28	54.50	0.05	4.95	2.34	3.00	6.00	2.62	2.00	1.42	6.29	3.15	2.75	8.64	1.04	1.44
5	0.62	3.81	1.36	0.32	1.01	1.20	1.49	0.41	13.80	7.27	0.93	16.00	0.00	6.37	3.00	0.04	1.07	1.08	2.00	4.00	0.44	3.00	1.36	6.47	4.85	0.71	3.46	1.75	0.15
6	4.86	10.70	1.36	4.16	2.97	2.50	4.19	1.16	84.40	44.42	2.02	99.00	1.00	46.83	41.50	0.01	2.34	1.59	3.00	50.00	10.54	6.67	3.78	10.29	5.56	2.17	12.06	2.78	1.49
7	0.20	2.02	1.26	0.13	0.62	0.35	0.74	0.27	19.20	11.68	2.60	21.00	0.00	10.72	10.80	0.17	2.85	1.80	1.00	1.00	0.13	0.00	0.00	4.96	4.96	0.22	1.07	0.74	0.14
8	1.54	6.32	1.42	1.70	2.17	1.19	2.56	0.60	68.10	33.12	2.67	85.00	1.00	26.55	22.00	0.03	3.29	1.83	2.00	11.00	2.44	1.20	0.42	7.12	3.88	1.58	6.14	1.84	0.90
9	1.67	7.38	1.60	2.14	2.78	1.13	3.16	0.53	82.50	33.67	2.61	91.00	1.00	34.37	25.30	0.03	2.84	1.81	2.00	12.00	3.46	2.00	1.66	7.20	4.80	2.07	9.95	1.81	1.18
10	3.08	9.78	1.56	3.48	3.35	1.44	4.15	0.74	98.70	41.75	2.38	110.00	0.00	57.10	68.30	0.01	2.65	1.73	3.00	16.00	9.05	3.33	3.87	5.20	3.25	2.94	9.56	2.02	1.71
11	0.55	4.95	1.86	0.97	1.80	0.81	2.23	0.25	43.50	14.52	1.96	77.00	0.00	10.52	3.80	0.08	3.46	1.56	1.00	1.00	0.97	0.00	0.00	1.81	1.81	1.74	3.15	1.70	0.56
12	0.74	4.41	1.44	1.05	1.32	0.93	1.80	0.41	39.80	19.01	2.22	63.00	1.00	14.42	10.00	0.05	3.45	1.66	2.00	3.00	1.37	2.00	0.05	4.07	2.72	1.86	5.04	1.70	0.61
13	4.72	10.43	1.34	3.75	3.59	1.74	4.05	1.17	116.70	62.63	2.88	129.00	0.50	55.59	49.30	0.01	3.18	1.90	3.00	72.00	8.90	5.75	2.96	15.26	9.75	1.89	18.38	2.40	1.55
14	0.21	2.88	1.75	0.37	1.28	0.20	1.27	0.17	33.60	12.18	2.64	43.00	1.00	21.17	23.30	0.11	3.30	1.82	1.00	1.00	0.37	0.00	0.00	4.71	4.71	1.74	8.18	0.67	0.55
15	0.35	3.83	1.83	0.60	1.57	0.41	1.71	0.20	47.20	16.19	2.76	68.00	0.50	21.07	20.00	0.11	3.94	1.86	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	2.90	2.90	1.73	5.01	0.89	0.66
16	6.26	11.83	1.32	3.67	3.38	2.44	4.53	1.38	98.90	54.60	2.18	128.00	1.50	58.20	58.10	0.01	2.79	1.65	3.00	26.00	16.88	3.33	1.55	4.15	2.08	2.69	5.59	2.57	1.42
17	0.27	2.81	1.51	0.49	1.14	0.33	1.18	0.23	24.70	10.96	2.10	30.00	1.50	19.43	21.60	0.06	2.42	1.62	1.00	1.00	0.49	0.00	0.00	3.67	3.67	1.74	6.38	0.83	0.57
18	0.61	4.04	1.45	1.40	1.73	0.60	1.65	0.37	58.80	27.80	3.57	70.00	0.00	31.38	28.60	0.05	4.24	2.11	2.00	3.00	1.32	2.00	2.12	4.93	3.29	2.17	7.15	1.12	1.13
19	0.22	2.38	1.41	0.17	0.88	0.39	0.96	0.23	18.10	8.96	1.89	27.00	3.00	16.34	17.90	0.14	2.51	1.54	1.00	1.00	0.17	0.00	0.00	4.45	4.45	0.77	3.41	0.74	0.23
20	1.76	6.18	1.30	1.94	1.92	1.09	2.33	0.76	56.40	32.08	2.42	70.00	1.00	25.05	22.20	0.00	2.96	1.74	5.00	556.00	25.62	4.50	1.43	315.50	173.64	14.54	2524.26	2.09	0.92
21	7.00	12.72	1.35	4.05	3.71	2.61	4.94	1.42	92.40	49.46	1.87	127.00	2.00	60.05	62.40	0.01	2.53	1.53	3.00	78.00	12.71	2.50	1.03	11.14	5.71	1.81	10.37	2.73	1.47
22	0.29	3.39	1.75	0.84	1.51	0.38	1.50	0.20	43.70	15.79	2.91	63.00	2.00	22.19	20.00	0.07	4.06	1.91	1.00	1.00	0.84	0.00	0.00	3.40	3.40	2.87	9.73	0.87	0.74
23	0.56	5.29	1.98	1.74	2.31	0.51	2.41	0.23	77.70	24.11	3.22	96.00	1.00	59.67	65.70	0.05	3.94	2.01	1.00	1.00	1.74	0.00	0.00	1.78	1.78	3.05	5.44	0.91	1.88
24	0.22	3.15	1.90	0.33	1.32	0.33	1.42	0.15	49.00	15.98	3.44	60.80	1.00	25.98	23.00	0.18	4.20	2.07	1.00	1.00	0.33	0.00	0.00	4.63	4.63	1.38	6.39	0.58	0.52
25	0.43	4.62	1.98	0.76	1.76	0.83	2.11	0.20	59.10	18.37	2.81	82.50	1.00	28.20	23.70	0.11	3.87	1.87	1.00	1.00	0.76	0.00	0.00	2.33	2.33	1.76	4.10	0.90	0.84
26	0.23	2.47	1.45	0.33	0.91	0.36	1.01	0.23	25.80	12.21	2.56	127.00	89.00	115.50	117.00	0.05	3.77	1.79	1.00	1.00	0.70	0.00	0.00	4.40	4.40	3.09	13.57	0.58	0.56
27	0.29	2.75	1.42	0.65	1.12	0.35	1.11	0.26	24.00	11.72	2.16	127.00	89.00	112.74	113.30	0.06	3.42	1.64	1.00	1.00	0.65	0.00	0.00	3.40	3.40	2.21	7.49	0.81	0.80
28	0.16	2.09	1.44	0.20	0.71	0.38	0.85	0.19	18.60	8.84	2.19	103.00	79.00	93.87	94.60	0.12	2.82	1.65	1.00	1.00	0.20	0.00	0.00	6.11	6.11	1.21	7.36	0.61	0.29
29	0.23	2.34	1.37	0.25	0.73	0.69	0.92	0.25	28.50	14.87	3.10	110.00	75.00	95.13	95.80	0.14	3.81	1.97	1.00	1.00	0.25	0.00	0.00	4.35	4.35	1.07	4.67	0.63	0.38
30	0.48	3.10	1.25	0.42	1.19	0.48	1.12	0.43	49.00	30.44	4.38	111.00	30.00	61.46	59.20	0.07	7.24	2.34	2.00	18.00	1.12	17.00	4.96	37.30	35.22	2.32	81.87	0.76	0.56
31	0.52	5.06	1.96	1.87	2.18	0.41	2.30	0.23	82.80	26.05	3.60	114.00	3.00	42.09	41.90	0.06	4.82	2.12	1.00	1.00	1.87	0.00	0.00	1.91	1.91	3.56	6.78	1.14	1.64
32	0.95	5.61	1.61	1.44	2.35	0.71	2.41	0.40	67.90	27.49	2.82	110.00	-2.00	34.30	27.60	0.05	4.65	1.88	2.00	4.00	2.25	3.00	0.16	4.20	3.15	2.36	7.43	1.25	1.12
33	0.59	5.53	2.01	1.73	2.33	0.50	2.53	0.24	57.70	17.59	2.28	99.00	3.00	36.53	32.80	0.06	3.79	1.69	1.00	1.00	1.73	0.00	0.00	1.68	1.68	2.91	4.89	1.22	1.41
34	0.46	3.36	1.39	0.99	1.42	0.51	1.34	0.34	30.20	15.21	2.25	52.30	-1.00	24.28	20.60	0.05	3.98	1.68	1.00	1.00	0.99	0.00	0.00	2.19	2.19	2.17	4.77	1.01	0.90
35	0.40	2.91	1.28	0.44	1.11	0.63	1.08	0.37	45.30	26.67	4.20	57.00	1.00	33.87	35.90	0.09	5.19	2.29	2.00	3.00	0.61	2.00	0.73	7.43	4.95	1.51	7.47	0.70	0.62
36	4.38	10.24	1.37	3.77	3.81	2.06	4.03	1.09	107.70	55.86	2.67	129.00	0.00	70.18	76.00	0.02	3.20	1.83	3.00	43.00	7.35	1.00	1.45	9.82	5.71	1.68	9.57	2.09	1.80
37	0.89	5.02	1.49	1.21	1.88	0.78	2.08	0.43	72.70	33.02	3.49	88.00	-1.00	38.94	35.40	0.05	4.27	2.09	2.00	3.00	1.87	2.00	1.01	3.35	2.24	2.09	4.67	1.13	1.14
38	0.52	5.08	1.97	1.52	2.11	0.47	2.32	0.22	73.90	23.00	3.19	89.00	1.00	37.53	30.00	0.06	3.80	2.00	1.00	1.00	1.52	0.00	0.00	1.92	1.92	2.89	5.55	1.06	1.41

S – watershed area; P – watershed perimeter; KG – Gravelius compactness coefficient or index; L_t – total length of main thalweg; L_{eq} – length of equivalent rectangle; l_{eq} – width of equivalent rectangle; L_{max} – maximum length; l_{max} – maximum width; D_g – overall elevation difference; D_s – specific elevation difference; I_{pg} – overall slope index (%); Z_{max} – maximum altitude; Z_{min} – minimum altitude; H_{mov} – average altitude; I_{pm} – Average Slope Index; I_{pr} – Rock Slope Index; Order – order of the thalweg; N_t – Total number of thalwegs; L_c – Length of the main watercourse; L_t – total length of thalwegs; RC – Confluence ratio; R_l – Average length ratio; F – Hydrographic density; D(d) – Drainage density; C(t) – Torrentiality coefficient; T(C) – Concentration time; V(e) – Water flow velocity

The analysis of Table 4 shows that 16.67% of the basins exhibit very low flow velocities (< 0.5 m/s), 36.67% low velocities (0.5-0.8 m/s), and 46.66% moderate velocities (0.8-2.5 m/s). In contrast, all basins in Group 2 display flow velocities within the 0.8-2.5 m/s range.

3.2. Soil mapping

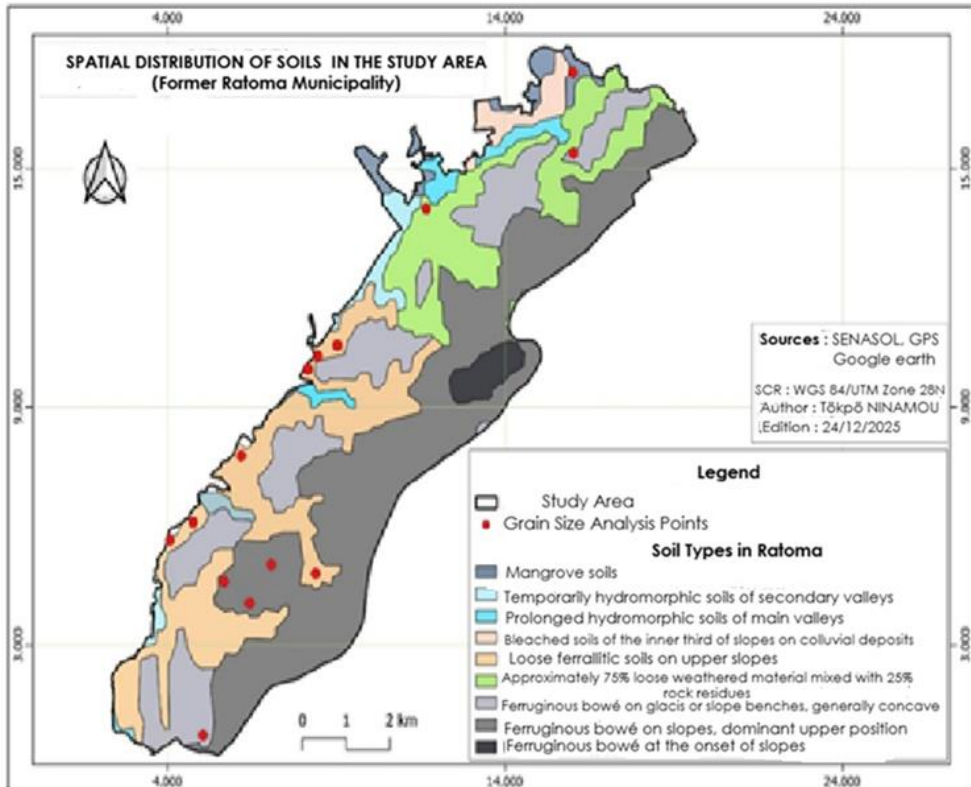


Fig. 2: Soil map of Ratoma

The pedological inventory based on Figure 2 allowed the identification of nine main units, distributed as follows:

- Dominant units (+15% of the area): Ferruginous upper slope bowé (38.25%), loose ferrallitic soils (18.95%) and glaciais bowé (18.38%);
- Secondary units (5-15% of the area): Mixture of weathered rock (12.65%)
- Minor units (<5% of the area): Mangrove soils (2.98%), prolonged hydromorphic soils (2.37%), temporary hydromorphic soils (2.24%).
- Decolorized soils (2.23%), and slope-initiating bowé (1.95%).

To confirm this distribution (Fig. 2), we used granulometric analysis results (Table 5) from the Conakry Geosciences Agency on the foundation-study sample collected within the study area for this research.

Table 3: Granulometric and qualitative analysis of soil samples

Sample	Depth (m)	% retained $\phi \geq 2$ mm	% passing $\phi < 2$ mm	Qualitative interpretation			
				Dominant texture	Infiltration tendency	Water reserve	Probable apparent texture
EHamCon	3 à 5,6	58.7	41.3	Squelettique	Élevée	Très faible	Sableux grossier à gravillonneux
Ekaporo	4 à 6	19.3	80.70	Modérément grossier	Modérée	Moyenne à faible	Sable-limoneux gravillonneux
Ekipé1	1,5 à 3	19.7	80.3	Peu grossier	Moyenne à faible	Bonne	Limono-sableux ou limono-argileux
Ekipé2	1,5 à 3	73.5	26.5	Très grossier	Élevée	Très faible	Sable grossier / bowé caillouteux
Ekipé3	3 à 5	60.4	39.6	Très grossier	Élevée	Très faible	Sable ferrallitique ou régosol
Ekoloma	4 à 6	38.9	61.1	Modérément grossier	Modérée	Moyenne	Sable-limoneux ou ferrallitique meuble
Esonfon	6 à 7	18.9	81.1	Peu grossier	Faible à modérée	Bonne	Limono-argileux décoloré
Ekipé4	4 à 6	15.2	84.8	Peu grossier	Faible	Élevée	Argilo-limoneux ou hydromorphe temporaire
Ekipé5	3,5 à 5	55.8	44.2	Très grossier	Élevée	Faible	Sableux à caillouteux (glacis ferrugineux)
ENongTa1	3 à 4	37.8	62.2	Modérément grossier	Modérée	Moyenne	Sable-limoneux à ferrallitique
ENongTa2	1,5 à 3	43.6	56.4	Modérément grossier	Modérée	Moyenne à faible	Sable-limoneux
Esonforad	2,5 à 4	52.6	47.4	Très grossier	Élevée	Faible	Sable gravillonneux à ferrugineux
Ekobaya	5 à 7	34.2	65.8	Modérément grossier	Modérée	Moyenne	Sable-limoneux à tendance argileuse
Elamba	4 à 5	22.60	77.40	Modérément grossier	Modérée	Moyenne	Sable-limoneux gravillonneux

Results in Table 3 allow classification of soils based on the proportion of coarse elements retained on a 2mm sieve. Analysis shows that five samples (EHamCon, Ekipé2, Ekipé3, Ekipé5, and Esonforad) have skeletal textures,

confirming their mapped locations (Fig. 2). A qualitative approach was used to estimate infiltration potential by combining soil map interpretation with granulometric data. Samples containing at least 50% coarse fragments (≥ 2 mm) are likely well drained, with high infiltration capacity but very low water retention. In contrast, soils with low coarse content (Ekipé1, Esonfon, Ekipé4) show infiltration dependent on fine texture and may exhibit temporary hydromorphic conditions.

3.3. Validation of morphometric parameter results

Table 4: Validation of morphometric parameters

Paramètre	Bassin versant	Valeur (m)		Erreur		Précision du MNT par rapport à la mesure terrain
		Pris sur terrain	SIG	Absolue	Relative (%)	
Altitude minimale	BV1	57,85	58	0,15	0,26	Very reliable
Altitude maximale	BV6	99,17	99	0,17	0,17	Very reliable
Altitude moyenne	BV20	26,88	25,05	1,83	6,81	Reliable
Pente moyenne	BV28	0,142	0,12	0,02	15,49	Moderately reliable
Altitude maximale	BV3	112,25	121	8,75	7,80	Reliable
Pente moyenne	BV19	0,19	0,14	0,05	26,32	Moderately
Ordre du talweg	BV32	2	2	0	0,00	Very reliable
Nombre total de Talweg	BV26	1	1	0	0,00	Very reliable
Ordre du talweg	BV25	4	5	1	25,0	Moderately

The results indicate a good agreement between the morphometric parameters derived from the DEM and the field measurements, particularly for minimum, maximum and mean elevation, whose relative errors are generally below 10%. Larger discrepancies observed for mean slopes and for the order of certain thalwegs reflect both the limitation of the DEM and the sensitivity of these parameters to the measurement methods.

3.4. Multivariate statistical analysis

Principal Component Analysis is used to highlight affinities between different watersheds and understand the dependence among morphometric parameters, in order to identify the main axes of morphometric variability.

Variables show very different orders of magnitude (for example, S in km² with a CV of 134,7% compared to KG without dimension with a CV of 16,4%). The Shapiro-Wilk test indicates that 3/23 variables are normally distributed, and standardization combined with PCA robustness compensates for this asymmetry. The correlation matrix (38×23) of the initial parameters reveals many strong correlations, including several pairs with $|r| > 0,90$, indicating high redundancy among some variables. Matrix analysis identified 17 pairs with $|r| > 0,90$, grouped as follows:

- Geometric parameters: S – P (0,94), S – Lt (0,91), S – lmax (0,95), S – Tc (0,96), P – Lt (0,98), P – Lmax (0,95), P – Léq (0,99), Lt – Léq (0,97), lmax – Tc (0,92);
- Relief parameters: Ipg – Ipr (0,99), Hmoy – H50% (0,99) ;
- Hydrographic parameters: F – F1 (0,99), F – Ct (0,99), F – Dd (0,93), F1 – Ct (0,99), Dd – Ct (0,94).

In total, 10 variables were removed: S, P, Léq, Lt_{talw}, H_{moy.}, Ipg, F, F1, Dd, Tc. The remaining 13 variables are: KG, Lmax, lmax, Ds, H50%, Imoy., Ipm, Ipr, Rc, Rl, Ct, Ve.

Table 5: Correlation matrix of 13 selected variables after redundancy removal

	KG	Lmax	lmax	Ds	H50%	Imoy	Ipm	Ipr	Lt hydro	Rc	Rl	Ct	Ve
KG	1												
Lmax	0,07	1											
lmax	-0,38	0,79	1										
Ds	-0,26	0,86	0,77	1									
H50%	-0,18	0,03	0,03	0,21	1								
Imoy	0,01	-0,56	-0,47	-0,45	-0,11	1							
Ipm	0,2	-0,18	-0,43	0,07	0,28	0,1	1						
Ipr	0,18	-0,07	-0,34	0,24	0,33	0,17	0,89	1					
Lt_hyd	-0,31	0,6	0,7	0,62	0,02	-0,42	-0,31	-0,22	1				
Rc	-0,41	0,21	0,33	0,4	0	-0,26	0,26	0,1	0,33	1			
Rl	-0,39	0,47	0,54	0,6	0,05	-0,37	0,02	0,02	0,44	0,85	1		
Ct	-0,18	0	0,06	0,07	-0,11	-0,15	-0,09	-0,06	0,69	0,18	0,1	1	
Ve	0,26	0,87	0,51	0,73	0,16	-0,56	0,04	0,16	0,44	0,09	0,35	-0,01	1

Two statistical tests, reported in Table 6, were applied to validate the dataset for factor analysis: Bartlett’s sphericity test, with the null hypothesis of an identity matrix, and the Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) measure of sampling adequacy.

Table 6: Validation of data adequacy

Dataset	Bartlett’s test (p-value)	Overall KMO index
23 initial variables	≈ 0	0,808
13 final variables	≈ 0	0,8098

After analyzing the correlation matrix, three principal axes were retained (Table 7) based on cumulative variance exceeding 70%, explaining 72,92% of the total variance in the morphometric dataset.

Table 7: Eigenvalues of the correlation matrix of morphometric parameters

Component	Eigenvalue λ (%)	% variance	% Cumulative	Retained (≥ 70%)
CP1	5,18	39,86	39,86	Oui
CP2	2,44	18,79	58,86	Oui
CP3	1,86	14,28	72,92	Oui
CP4	1,23	9,46	82,38	Oui
CP5	1,05	8,09	90,46	Oui
CP6	0,52	4,03	94,49	Non

CP7	0,34	2,63	97,13	Non
CP8	0,18	1,38	98,51	Non
CP9	0,07	0,54	99,04	Non
CP10	0,05	0,39	99,43	Non
CP11	0,03	0,27	99,70	Non
CP12	0,03	0,24	99,94	Non
CP13	0,01	0,06	100,00	Non

The factor structure of the morphometric dataset is well captured by three principal axes, summarizing 72,92% of the total information, which is statistically satisfactory for an initial 13-dimensional space.

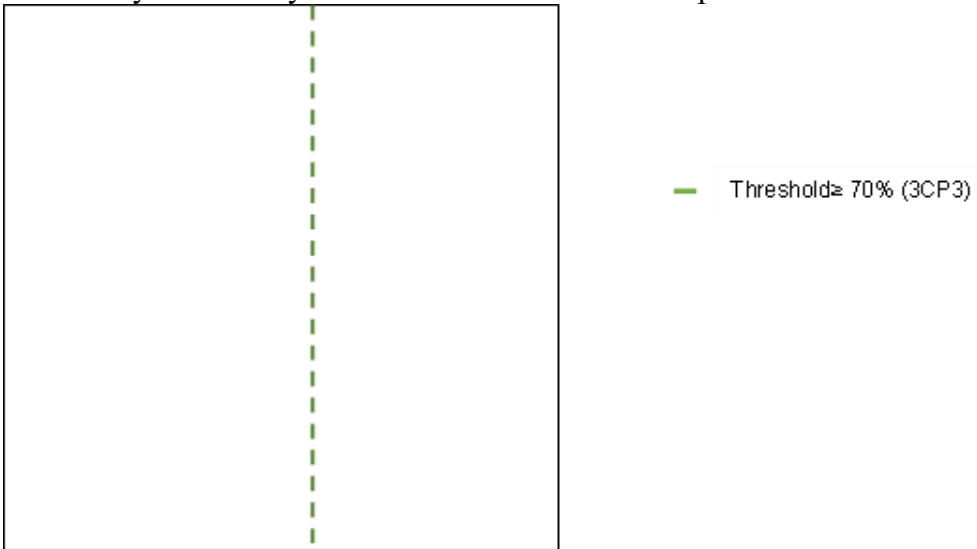


Figure 3: Scree plot of eigenvalues with indication of the Kaiser threshold and cumulative variance.

To define the weights of each variable in constructing the components, Table 8 was prepared.

Table 8: Eigenvalues (weighting coefficients) for PC1, PC2, and PC3

Variable	CP1	CP2	CP3
KG	2,087	1,461	27,546
Lmax	14,437	0,464	10,953
larmax	15,036	1,671	0,258
Ds	14,603	5,269	0,523
H50%	0,104	9,093	0,139
Imoy	13,442	0,852	0,798
Ipm	1,151	33,211	1,398
Ipr	0,511	34,745	0,125
Lt_tal	12,622	1,830	0,919
RC	5,148	3,130	22,883
Rl	10,012	1,840	9,649
Ct	1,354	2,114	7,407
Ve	9,492	4,319	17,403

Dominant variables are shown in bold for each component. They correspond to the highest contributions along each axis.

PC1 is dominated by Lmax (14,437), lmax (15,036), imoy (13,442), Ds (14,603), Lt tal (12,622). It is composed of variables reflecting attributes directly related to basin spatial extent and drainage network density. PC1 explains 39,86% of the total variance and represents the dimensional morphometric axis. PC2 accounts for 18,79% of the total variance and reflects relief characteristics. Ipr (34,75) and Ipm (33,21) are indicators of slope steepness, while H50% (9,09) reflects the general altitudinal position of the basin. PC3 is mainly structured by KG (27,55), Rc (22,88), Ve (17,40), Lmax (10,95) et Rl (9,65).

Table 9: Eigenvalues of correlation matrix (weighting coefficients)

N°	Individuals	CP1	CP2	CP3	N°	Individuals	CP1	CP2	CP3
1	BV1	0,803	11,871	1,301	20	BV20	6,51	5,69	12,11
2	BV2	1,947	11,337	1,913	21	BV21	9,41	1,25	1,11
3	BV3	1,217	0,037	1,892	22	BV22	1,34	0,03	0,35
4	BV4	0,384	5,946	0,595	23	BV23	0,01	1,36	7,33
5	BV5	0,093	17,569	2,367	24	BV24	4,33	0,24	0,13
6	BV6	10,919	0,638	0,599	25	BV25	1,15	0,01	1,85
7	BV7	4,342	2,397	2,840	26	BV26	1,38	0,00	0,47
8	BV8	0,184	0,430	0,055	27	BV27	0,96	0,13	0,12
9	BV9	1,113	0,221	0,581	28	BV28	3,06	1,02	1,10
10	BV10	7,039	0,034	0,278	29	BV29	2,76	0,07	1,69
11	BV11	0,965	2,160	0,972	30	BV30	0,56	17,70	37,33
12	BV12	0,238	1,790	0,292	31	BV31	0,14	2,43	5,02
13	BV13	9,819	0,640	0,027	32	BV32	0,00	0,31	0,21
14	BV14	2,721	0,567	0,070	33	BV33	0,17	0,04	5,62
15	BV15	2,004	0,061	0,435	34	BV34	0,59	0,78	0,01
16	BV16	10,751	0,515	0,137	35	BV35	0,72	2,06	2,65
17	BV17	1,306	3,723	0,008	36	BV36	7,46	0,24	2,52
18	BV18	0,012	0,875	0,346	37	BV37	0,04	0,83	0,00
19	BV19	3,333	4,776	0,984	38	BV38	0,21	0,23	4,71

Basins with the highest PC1 scores are BV6, BV16, BV13, V21, BV36 and BV10. These basins are characterized by large planar dimensions, high drainage density, and long total stream length. They correspond to hydrological units likely to generate high runoff discharge. Those with high PC2 scores are BV30, BV5, BV1 and BV2. These basins are characterized by steep slopes and high H50% values. They present a higher hydrological risk in terms of flash floods, sediment transport, and slope erosion. Finally, the highest PC3 scores concern BV30, BV20, BV23, BV33 and BV31. These basins are either elongated ($KG \gg 1$) or highly irregular in shape. Only BV30 shows high scores on both PC2 (17,70) and PC3 (37,33), making it both a high-relief basin and a strongly atypical morphometric form. Basins with low scores on all three axes are BV8, BV22, BV27, BV32 and BV34. They represent basins with

moderate size, relief, and morphometric complexity. Overall, the PCA highlights clear functional and morphological contrasts among the studied basins, linking form, relief, and hydrological response patterns in watersheds.

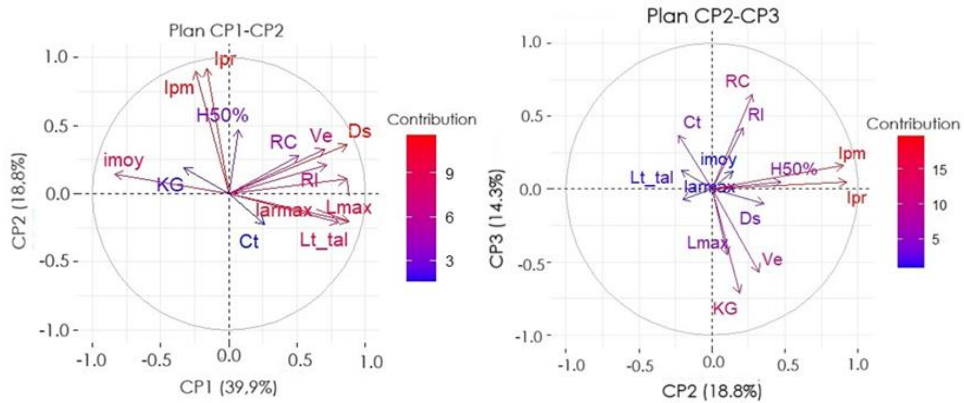


Figure 4: Correlation circles in the PC1-PC2 and PC2-PC3 planes

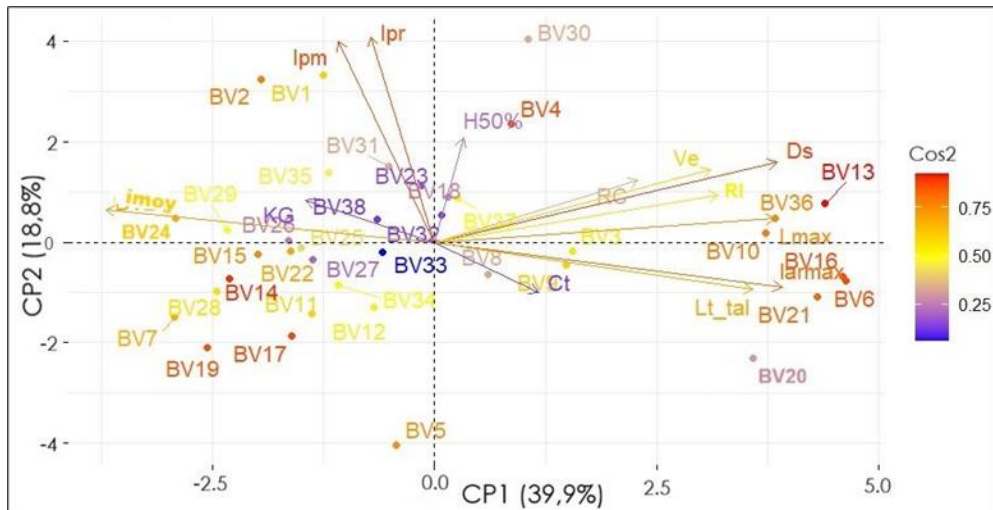


Figure 5: Biplot of individuals and variables in the PC1-PC2

To understand the hierarchical relationships among the 38 watersheds, agglomerative hierarchical clustering was applied using Ward’s method as the linkage criterion. The resulting dendrogram (Fig. 6) illustrates the clustering structure and allows visualization of how the groups are formed.

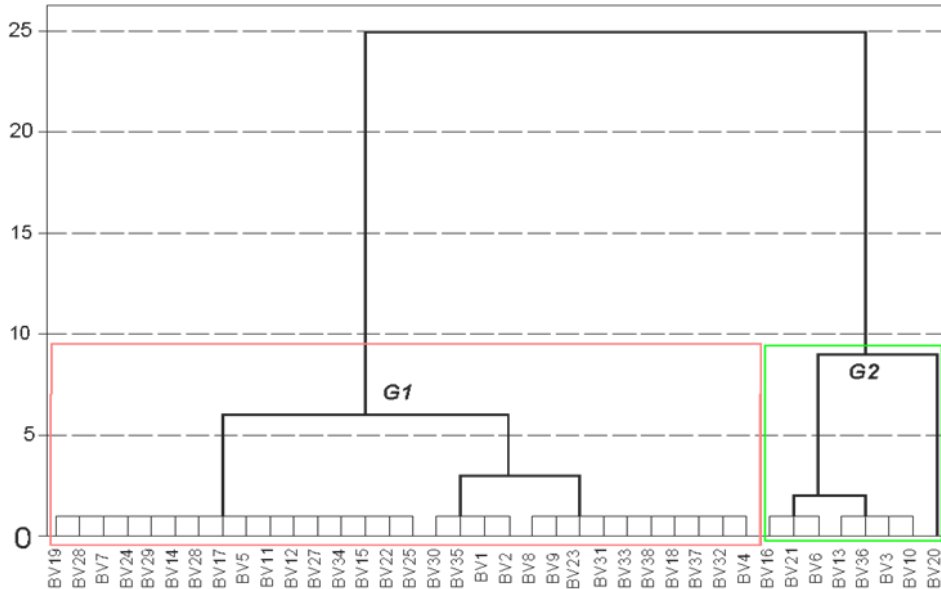


Figure 6: Dendrogram of agglomerative hierarchical clustering of the watersheds

The dendrogram shows a clear two-group partition contrasting hydro-morphometric characteristics: Groupe 1 (30 BV), and Groupe 2 (7 BV).

The map below spatially represents the results of the hierarchical clustering analysis within the study area.

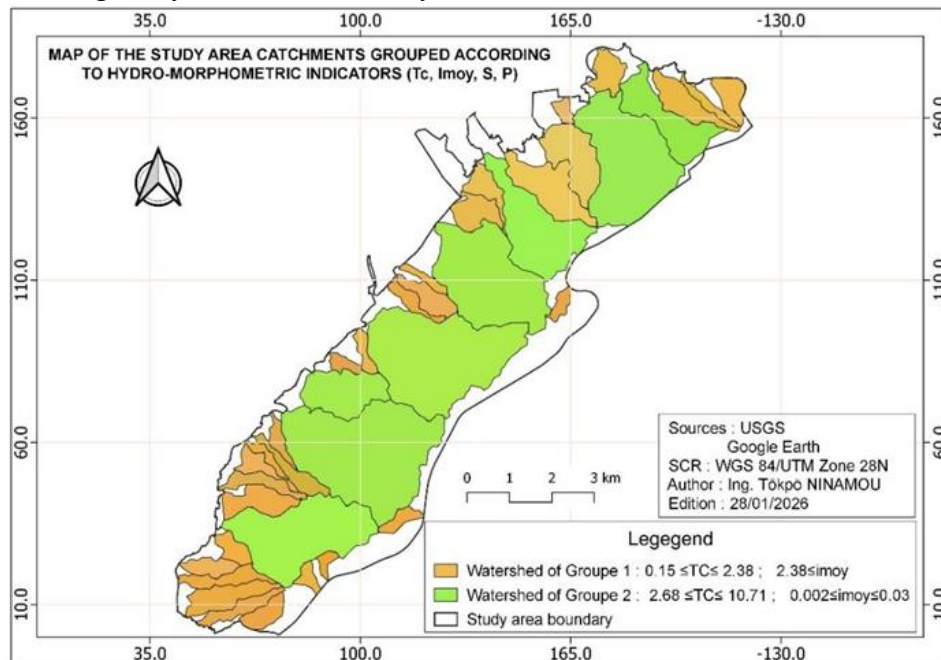


Figure 7: Ratoma map showing the grouping of the 38 watersheds based on morphometric indicators

3.5. Assessment of the water availability potential of the watersheds in the study area

This section addresses the assessment of water availability potential in drainage basins by integrating several factors, including concentration time, flow velocity, pedology, and soil texture (encompassing permeability and water retention), based on a multivariate analysis:

The upstream sub-basins have steep slopes and low drainage density, resulting in high concentration time. Deep soils, rich in organic matter and without a crust, can act as reservoirs for retention and infiltration, while very skeletal soils and bogs are less favorable. Samples containing a high proportion of coarse particles (>50%) have high gravitational conductivity but low storage capacity. However, samples with a high silt or clay content have low hydraulic conductivity (Ks) but high surface retention. Principal component analysis highlights three sensitivity axes, while hierarchical clustering distinguishes two watershed groups with different soil textures affecting water retention and storage capacity characteristics.

Based on this analysis, two functional classes were identified: (i) infiltration areas with high potential, and (ii) transit areas with moderate particle transport.

4. Discussion

4.1. Analysis of morphometric parameters of the Ratoma watersheds

The results in Table 7 show that, for some basins, the structure of the drainage network is well reproduced, with identical thalweg order and count. Despite its limitations, the DEM used can therefore be considered sufficiently reliable for the overall morphometric characterization of the studied basins.

Tables 2 and 5 reveal strong dimensional variability among the watersheds, with areas ranging from 0,164km² to 7km² and perimeters varying from approximately 2,022 to 12,72m. This diversity reflects the coexistence of very small, localized basins alongside larger basins capable of generating more complex flow processes, as confirmed by Vig et al. (2022). The KG coefficient varies from 1,245 to more than 2,099, indicating that several basins significantly deviate from a circular shape. More compact basins generally respond more quickly to rainfall events, while elongated basins promote a more gradual temporal distribution of runoff. This observation is consistent with the findings of Boothroyd et al. (2023).

Geometric parameters analysis also shows that nearly 11% of the watersheds (BV1, BV7, BV30, and BV35) have a Gravelius compactness coefficient tending toward 1, reflecting a circular shape conducive to more efficient drainage. These results corroborate the observations of Benzougagh (2019) and Ameur N. (2020), who demonstrated the influence of geometry on the hydrological behavior of basins. Topographic parameters indicate

significant contrasts between gently sloping basins and basins with higher relief energy, with D_g values that can exceed 100 m and locally high imoy values. These differences reflect spatial variability in potential energy available for runoff and erosion. Busico et al. (2020) highlighted the central role of urban topography in the runoff process. Hydrological results show contrasting drainage network organization, from first-order basins with a single thalweg to highly developed systems such as BV20, which reaches order 5 and includes 556 thalwegs. This hierarchy reflects major differences in drainage structure (Le Xuan Kham, 2008). The torrentiality coefficient also shows extreme values, with BV20 reaching 2524,26, indicating a highly structured and energetic basin. The concentration time ranges from 0,08 hours to over 10 hours, while the flow velocity ranges from 0,14 to 1,88 m/s. These results confirm that some basins respond rapidly to rainfall, while others respond more slowly. Studies by Echeverri-Díaz et al. (2022) confirm this analysis.

These various results show that the hydrological behavior of the Ratoma watersheds does not depend on a single parameter, but rather on the combination of watershed geometry, relief energy, and drainage network density. The analysis of 13 watersheds in Bangladesh conducted by Alam & al. (2021) confirms this analysis.

4.2. Statistical analysis of the morphometric parameters of the Ratoma watersheds

To better understand the relationship among variables, the correlation coefficient matrix was used to identify links between morphometric parameters. This technique has been used by Baba-Hamed K. (2016) and Faye Cheikh (2014). Accordingly, Table 5 presents the correlation matrix of the 13 selected morphometric parameters, serving as a preliminary step to PCA.

The PCA applied to the dataset produced robust results. The Kaiser-Meyer-Olkin index reached 0.8098, indicating good sampling adequacy according to Gilbert Saporta (2003). PCA reduced the dimensionality to three principal axes, which summarize the information and explain 72.92% of the total variance (Table 7 and Fig. 2). The selection of these three components (Tables 7, 8, and 9) is considered appropriate, consistent with (Henson et al., 2001).

Axis 1 has an eigenvalue of 5,18 and explains 39,86% of the variance. It shows strong positive correlation among D_s , imoy, L_{t_tal} , L_{max} , RI, Ve, l_{armax} and (Table 7 and Fig. 2). These variables describe basin size and drainage characteristics, reflecting spatial extent and hydrographic networks intensity. Basins strongly associated with this axis have large areas, long drainage networks, and well-developed morphology. Axis 2 has an eigenvalue of 2,44 and explain 18,79% of the variance. This axis also indicates a strong

positive correlation among the variables (I_{pm} , I_{pr} , $H50\%$), indicating topographic and energetic-related characteristics. Axis 3, with an eigenvalue of 1,86, explains 14,25% of the variance and shows strong correlations among L_{max} , KG , RC , RI . These variables describe basin compactness and shape, which influence concentration time. This structure is consistent with studies West African watershed morphometry (Kouassi, 2010)

In Figure 5, the right quadrant ($CP1 > 0$) contains large, well-drained basins such as BV6, BV13, BV16, BV10, BV36, BV21, BV3, and BV20. The upper quadrant ($CP2 > 0$) contains basins with pronounced topography, notably BV30, BV1, and BV2. BV30 appears as a morphometrically exceptional basin, combining steep slopes and significant size. The left quadrant ($CP1 < 0$) contains smaller basins with steep slopes and low drainage density, including BV7, BV19, BV17, BV24, BV29, BV14, and BV28. Basins BV8, BV22, BV27, and BV32 are near the origin, indicating average morphometry characteristics. BV33 stands out due to a very low \cos^2 , indicating that it is poorly represented in the $CP1$ - $CP2$ plane and that its information is carried by $CP3$. The work of Dahiphale et al. (2024), López-Pérez & Fernández-Reynoso (2021), and shows that large, well-drained basins often project onto an axis related to size, drainage density, and stream frequency.

Group 1 (Figure 6) is characterized by $CP1$ scores centered on negative values and moderate to high $CP2$ scores. These basins have a short concentration time ($T_c < 1.87$ h) and a high average slope (avg. > 0.03). This classifies them as basins with potentially torrential behavior. The dendrogram shows smaller fusion distances (5 to 6), indicating residual heterogeneity within this group. Group 2, on the other hand, is distinguished by strongly positive $CP1$ coordinates. It comprises the largest and best-drained basins. Values of $T_c \geq 1,87h$ and $Imoy$ between 0.002 and 0.03 indicate a slower and better-regulated hydrological response, corresponding to basins with large catchment areas and well-developed drainage networks. Figure 7 reveals that the G1/G2 dichotomy is not spatially random. This spatial organization is typical of the crystalline reliefs of West Africa, where differential erosion has progressively concentrated the hydrographic network along zones of geological weakness (Coulibaly Léréyaha et al., 2025).

The results of the PCA and CAH are highly consistent with one another, confirming their reliability. The basins classified as G2 by the CAH (BV6, BV13, BV10, BV36, BV21, BV3, BV20) are exactly the same as those with the highest $CP1$ scores in the biplot.

4.3. Pedological analysis of the watersheds in the study area

Combining soil with morphometric analysis provides a comprehensive assessment of water availability in watersheds, because morphometry controls

surface runoff and infiltration, while soil properties govern subsurface storage and water retention. The nine soil types shown in Figure 3 are grouped into three main trends. The first is the dominance of ferruginous and ferrallitic formation on plateaus and slopes, as confirmed by Faure Paul (1998). The second trend includes a mixture of weathered materials and rock fragments (12,65%), indicating transitional morpho-pedological zones. The third group consists of hydromorphic and decolorized soils (<5%), located in lower slopes and valley bottoms, indicating temporary or permanent water saturation dynamics. These observations agree with Hector Basile (2018) on lowland saturation processes.

Samples collected by the Geoscience Agency of Conakry in Ratoma confirm this spatial distribution. Granulometric analysis results (Table 3) show strong textural heterogeneity, with coarse element content (≥ 2 mm) ranging from 0 to more than 70%. Studies by Adebisi N. (2014), Diop Baye Oumar (2018), and Dzoulou Sorel Dzaba (2024), and also support this interpretation.

The combined interpretation of granulometric data and the soil map (Figure 2) allowed the proposal of a qualitative textural classification and evaluation of infiltration potential for the soil types listed in Table 3. Samples with coarse particle content exceeding 50% (EHamCon, Ekipé2, Ekipé3, Ekipé5, Esonforad) are classified as skeletal or gravelly soils. These soils are generally well drained and show high infiltration capacity but low water retention. Steffen Beck-Broichsitter (2023) demonstrates that gravel content strongly influences pore distribution, water retention capacity, and infiltration behavior. These properties are typical of ferruginous bowé soils and glacis formations, where sandy matrices dominate and fine horizons are poorly developed (Kadéba Abel, 2020). In contrast, fine-textured or moderately coarse sample (Ekipé1, Esonfon, Ekipé4), rich in silt and clay, show lower permeability and higher water retention capacity. These soils indicate temporary hydromorphic behavior (Oyediran GO & Wakatsuki, 2015).

4.4. Analysis of the estimated water availability potential of watersheds

The estimation of water availability potential in the studied watersheds is based on an approach integrating morphometric, pedological, and statistical parameters. This analysis aims to characterize watersheds based on their capacity to retain, infiltrate, and manage runoff, depending on the interactions between morphology, soil texture, and flow dynamics (Francisco José Del Toro-Guerrero, 2018). The results in Tables 2, 8, and 9 show that the location of upstream watersheds corroborates the observations of Douha Akkari (2024), which establish a link between slopes, hydrographic networks, and a watershed's hydrological response.

From a pedological perspective, soils rich in organic matter and lacking a lateritic crust serve as prime reservoirs for water retention and infiltration, unlike bowés and skeletal soils, which have limited storage capacity. The granulometric characterization confirms the presence of coarse-textured soils (fraction >50%). This soil group exhibits high hydraulic conductivity but negligible retention capacity, whereas soils dominated by fine particles offer significant surface retention despite their reduced permeability (Eléonore Beckers, 2016). The work of Askari Mohammed (2008) corroborates this analysis by demonstrating the variability of infiltration depending on soil texture and topographic position.

Multivariate analysis (PCA and CAH) validates this classification into two groups of drainage basins based on their sensitivity. On one hand, there are zones with high water availability potential (the 30 BV), corresponding to units with moderate slopes and fine textures, which correspond to hydromorphic soils. On the other hand (8BV), areas with moderate water transit are characterized by skeletal soils, where runoff predominates over infiltration (Mahyar Naseri, 2023), (Mutsa C. Masiyandima, 2025).

Conclusion

The integration of remote sensing data with Geographic Information Systems (GIS) provides an advanced approach for morphometric characterization of watersheds, differing from conventional methods. In this study, images were processed using ArcGIS and statistically analyzed to classify the watersheds of Ratoma commune based on their morphometric characteristics. Using satellite and field data, 23 morphometric parameters from 38 watersheds were analyzed, revealing two distinct hydrological groups according to their flow dynamics. Pedological characterization revealed the predominance of ferruginous and ferrallitic soils (covering approximately 75% of the study area). The granulometric properties of these soils directly control infiltration and runoff processes. Data integration made it possible to identify two mean water potential zones:

- High water potential zones, associated with hydromorphic soils
- Water transit zones, characterized by skeletal soils with rapid drainage.

This characterization constitutes a valuable decision-support tool for integrated water resources management in Ratoma. The obtained results also provide important insights for territorial planning and groundwater resource development.

Conflict of Interest: The authors reported no conflict of interest.

Data Availability: All data are included in the content of the paper.

Funding Statement: The authors did not obtain any funding for this research.

References:

1. Adebisi NON, K. D. (2014). Indice et caractéristiques de résistance des sols latéritiques résiduels du sud-ouest du Nigéria. *6(3)*, 229-238. doi:10.9734/BJAST/2015/7671
2. Ahmad Badruzzaman, P. W. (2025). Satellite imagery pre-processing and feature extraction for the mapping of coastal ecosystems using Google Earth Engine: A workflow for practitioners. *MethodsX*, *15*, 103516. doi:10.1016/j.mex.2025.103516
3. Ameur N., e. S. (2020). *Utilisation d'un SIG pour l'évaluation des caractéristiques morphométriques d'un sous-bassin versant et leurs influences sur l'écoulement des eaux : Sous-bassin versant d'Oued Bou saâda-Algérie*. Mémoire de Master, Université Mohamed Boudiaf–M'sila.
4. Askari Mohammed, T. T. (2008). Caractéristiques d'infiltration des sols tropicaux basées sur les données de rétention d'eau. *Journal de la société Japonaise d'hydrologie et de ressources en eau*, *21(3)*, 215-227. doi:10.3178/jjshwr.21.215
5. Baba-Hamed K., B. A. (2016). Caractérisation d'un bassin versant par analyse statistique des paramètres morphométriques : Cas du bassin versant de la Tafra (Nord-ouest Algerien). *Géo-Eco-Trop(40 (4))*, 277–286. Retrieved from <http://www.geoecotrop.be>
6. Bentekhici N. (2006). Utilisation d'un SIG pour l'évaluation des caractéristiques physiques d'un bassin versant et leurs influences sur l'écoulement des eaux (bassin versant d'Oued El Maleh, Nord-Ouest d'Algérie). *Conférence francophone ESRI*.
7. Benzougagh, B. D. (2019). Apport des SIG et télédétection pour l'évaluation des caractéristiques physiques du bassin versant d'Oued Inaouene (Nord-est Maroc) et leurs utilités dans le domaine de la gestion des risques naturels. *American Journal of Innovative Research & Applied Sciences*. Retrieved from [Iwww.american-jiras.com](http://www.american-jiras.com)
8. Boothroyd, R. J. (2023). National-scale geodatabase of catchment characteristics in the Philippines for river management applications. *PLOS ONE*, *18(3)*. doi:10.1371/journal.pone.0281933
9. Bouroche J M & Saporta G. (1980). *L'analyse des données* (4ème ed.). Paris: Collection Que sais-je?
10. BRGM & ANTEA. (2014). *Assistance technique pour l'évaluation et la cartographie de l'aléa inondations en Polynésie française*. Orléan: Bureau de Recherches Géologiques et Minières.
11. Busico Gianluigi, C. N. (2020). Evaluating SWAT model performance, considering different soils data input, to quantify actual and future runoff susceptibility in a highly urbanized basin. *Journal of*

- Environmental Management*, 110-625.
doi:10.1016/j.jenvman.2020.110625
12. Centre et Réseau des technologies climatiques (CTCN). (2017). *Étude prospective des impacts du changement climatique sur la région urbaine de Conakry en vue d'une planification climato-compatible*. Conakry.
 13. Chapuis Robert P. & Aubertin Michel. (2003). *Predicting the coefficient of permeability of soils using the Kozeny-Carman equation*. École polytechnique de Montréal Montréal. Retrieved from <https://www.academia.edu/download/80339256/rt2003-03.pdf>
 14. Chirala U, K. N. (2012). Correlation of geomorphometric parameters for the hydrological characterization of Meghadrigedda watershed, Visakhapatnam, India – a GIS approach. *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*, 4(07). doi:3169-3183
 15. Cloutier V, L. R. (2008). Multivariate statistical analysis of geochemical data as indicative of the hydrogeochemical evolution of groundwater in a sedimentary rock aquifer system. *J. Hydrol.* doi:353:294-313
 16. Cyrus Omwoyo Ongaga, M. M. (2024). Urbanization and hydrological dynamics: a 22-year assessment of impervious surface changes and runoff in an urban watershed. *Frontiers in Water*, 6. doi:10.3389/frwa.2024.1455763
 17. D2487-17, A. (2025). *Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)*. American Society for Testing and Materials (ASTM). doi:store.astm.org
 18. Dahiphale Pravin, K. S. (2024). Morphometric and Principal Component Analysis Based Approaches for Prioritization of Rupnagar Watershed of Punjab, India. *Journal of Agricultural Engineering (India)*, 61(2), 202-218. doi:10.52151/jae2024612.1837
 19. Desbordes Michel. (1989). Principales causes d'aggravation des dommages d'inondations par ruissellement superficiel en milieu urbanisé. *Bulletin Hydrologie Urbaine de la S.H.F*(4), 2 à 10.
 20. Diop Baye Oumar, G. I. (2018). Grain Size Influence on the Compaction Aptitude and the Bearing Strength of the Gravel Lateritic Soils. *Geomaterials*, 08(04). doi:10.4236/gm.2018.84005
 21. Douha Akkari. (2024). Étude de la corrélation entre les précipitations, le débit fluvial et les paramètres morphométriques dans le bassin versant d'El Bared, Liban Nord à l'aide du SIG. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*. doi:10.4000/12mlb
 22. Dzoualou Sorel Dzaba, A. L.-K. (2024). Caractérisation géotechnique, minéralogique, pétrographique et microstructurale de deux graviers

- latéritiques du Congo. *Journal saoudien de génie civil (SJCE)*, 8(9), 200-212. doi: DOI : <https://doi.org/10.36348/sjce.2024.v08i09.002>
23. Echeverri-Díaz Jamilton, C.-H. Ó.-A.-H. (2022). Sensitivity of Empirical Equation Parameters for the Calculation of Time of Concentration in Urbanized Watersheds. *Water*, 14(18). doi:10.3390/w14182847
24. Eléonore Beckers, M. P. (2016). Characterization of stony soils' hydraulic conductivity using laboratory and numerical experiments. *SOIL*, 2(3), 421-431. doi:10.5194/soil-2-421-2016
25. Faideance Mashauri, M. M. (2023). Utilisation du système d'information géographique et modèle numérique de terrain dans l'analyse des caractéristiques hydro-morphométriques des sous-bassins versants de la rivière Tshopo, République démocratique du Congo. *Revue Internationale de Géomatique*, 13 - 18. doi:10.32604/rig.2023.044899
26. Faideance Mashauri, M. M. (2023). Influence des paramètres hydro-morphométriques sur l'écoulement des eaux des sous-bassins versants de la Tshopo, République démocratique du Congo. *Revue Internationale de Geomatique*, 32, 79-98. doi:10.32604/RIG.2023.044124
27. FAO. (2016). *Guidelines for soil description (4th edition)*. Rome: FAO — Food and Agriculture Organization of the United Nations.
28. FAO. (2023). *Building Resilience into Watersheds - A Sourcebook*. Rome. doi:<https://doi.org/10.4060/cc3258en>
29. Faure Paul, V. B. (1998). Some factors affecting regional differentiation of the soils in the Republic of Benin (West Africa). *CATENA*, 32(3-4), 281-306. doi:10.1016/S0341-8162(98)00038-1
30. Faye Cheikh. (2014). Méthode d'analyse statistique de données morphométriques corrélation de paramètres morphométriques et influence sur l'écoulement des sous-bassins du fleuve Sénégal. *Cinq Continents*, 4(10), 80-108.
31. Francisco José Del Toro-Guerrero, E. R.-G. (2018). Variations in Soil Water Content, Infiltration and Potential Recharge at Three Sites in a Mediterranean Mountainous Region of Baja California, Mexico. *water*, 10(12), 1844. doi:10.3390/w10121844
32. Gaston C. (1942). *Dans la cendre du temps*.
33. Gaucherel C. (2003). " Pertinence de la notion d'indicateur pour la caractérisation du bassin versant". *Espace Géographique*(3), 265-281.
34. Gilbert Saporta, N. N. (2003). Analyse en composantes principales. *HAL open science*, 19-42. Retrieved from <https://cnam.hal.science/hal-02507732>

35. Güler, C. T. (2002). Evaluation of graphical and multivariate statistical methods for classification of water chemistry data. *Hydrogeology Journal*(10), 455–474.
36. Hector Basile, C. J.-M. (2018). Hydrological functioning of western African inland valleys explored with a critical zone model. *Hydrology and Earth System Sciences*, 22(11), 5867-5888. doi:10.5194/hess-22-5867-2018
37. Henson Robin K., C. R. (2001). *Reporting Practice and Use of Exploratory Factor Analysis in Educational Research Journals*.
38. Horton R. E. (1932). Erosional development of streams and their drainage basins: Hydrophysical approach to quantitative morphology. *Bulletin of the Geological Society of America*, 56(3), 275-370. doi:10.1130/0016-7606(1945)56[275:EDOSAT]2.0.CO;2
39. Horton Robert E. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins: Hydrophysical approach to quantitative morphology. (G. S. (GSA), Ed.) *Bulletin of the Geological Society of America*, 56(3), 275 – 370. Doi:https://doi.org/10.1130/0016-7606(1945)56%5B275:EDOSAT%5D2.0.CO;2
40. Kadéba Abel, T. S. (2020). État et propriétés des sols sous quelques espèces ligneuses des glaciers dégradés du nord du Burkina Faso. *Journal d'agriculture expérimentale internationale*, 42(11), 10-22. doi:10.9734/jeai/2020/v42i1130617
41. Kirsten Hennrich, M. J. (2004). A hillslope hydrology approach for catchment-scale slope stability analysis. *Earth Surface Processes and*
42. Kouassi Amani Michel. (2021). Characterization of a potential modification of the rainfall-runoff relationship in West Africa: the case of the N'zi (Bandama) watershed in Côte d'Ivoire, Doctoral Thesis, University of Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire. *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*, 4. doi:10.4000/physio-geo.1163
43. Lakraa, S. (2022). *Contribution à l'étude hydrologique du bassin versant d'Ain Smen, Fès*. Université Sidi Mohamed Ben Abdellah de Fes, Maroc.
44. Le Xuan Kham. (2008). *Variability of hydrological processes involved in the mechanism of flood generation in rapidly kinetic basins*. Toulouse: Institut National Polytechnique Toulouse. Retrieved from <https://hal.science/tel-04485515v1>
45. Léréyaha Coulibaly, O. M. (2025). Hydromorphological and Morphometric Analysis of the Comoé River Basin (Côte d'Ivoire): Implications for Runoff and Erosion Processes. *GSC Advanced Research and Reviews*, 25(1), 216-234. Doi:10.30574/gscarr.2025.25.1.0312

46. López-Pérez Adolfo, & F.-R. (2021). Watershed prioritization using morphometric analysis and vegetation index: a case study of Huehuetan river sub-basin, Mexico. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(18), 18-52. doi:10.1007/s12517-021-08212-x
47. Manning Robert. (1891). On the flow of water in open channels and pipes. (I. o. Ireland, Ed.) *Transactions of the Institution of Civil Engineers of Ireland*, 20(2), 161–207.
48. Michel Lang, É. S. (2015). *L'eau à découvert*. (A. E. al., Ed.) Paris: CNRS Éditions. doi:2025-12-10 14:31:40
49. Mutsa C. Masiyandima, N. v. (2025). The hydrology of inland valleys in the sub-humid zone of West Africa: Rainfall-runoff processes in the M'b?? experimental watershed . *ResearchGate*, 17(6), 1213 - 1225. doi:10.1002/hyp.1191
50. Oyediran GO & Wakatsuki, T. (2015). Hydromorphic soils of two inland valley swamps in the rain forest zone of Nigeria. I some physical and chemical Properties. Retrieved from https://agris.fao.org/search/en/providers/125705/records/68b6dc9268d9e6806700ab3e?utm_source=chatgpt.com
51. Pearson Karl. (1901). On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *Philosophical Magazine*, 2(11).
52. Polidori L. (1997). " *Cartographie Radar* ". Taylor & Francis,.
53. Pulido-Bosch A., C. J. (1999). Application of Principal Components analyse to the study of CO₂ – rich thermaineral waters in the aquifère system of alto Guadalentin (spain). *J. Hydrologie*(46). doi:929-942
54. Sarita Gajbhiye Meshram, S. K. (2017). Prioritization of watershed through morphometric parameters : a PCA-based approach. *Applied Water Science*, 7(3), 1505-1519. doi:10.1007/s13201-015-0332-9
55. Schumm S.A. (1956). Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Perth Amboy, New Jersey. *Bulletin of the Geological Society of America*, 57(5), 597-646. doi:10.1130/0016-7606(1956)67[597:EODSAS]2.0.CO;2
56. Sorre Maximilien. (1934). *Méditerranée. Péninsules méditerranéennes. A. Première partie. Généralités. Espagne — Portugal*. (L. A. Colin, Ed.) Paris.
57. Steffen Beck-Broichsitter, Z. H. (2023). Effet de la teneur en gravier sur les caractéristiques de rétention d'eau et la capacité thermique des sols sableux et limoneux. *Journal d'hydrologie et d'hydromécanique*, 71(1), 1-10. doi:10.2478/johh-2023-0001
58. Strahler A. N. (1952). "Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography." *Bull. Bull Geol. Soc. Am.*(63), 1117–1142.

59. Strahler A. N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transactions American Geophysical Union* , 38(6), 913–1920.
60. Stuti Chaudhary, A. C. (2021). Priorisation des bassins versants par analyse en composantes principales (ACP) basée sur la modélisation du ruissellement et l'évaluation de la gravité de la sécheresse dans certaines parties du bassin de la rivière Koel, Jharkhand (Inde). *Water Supply*, 22(2), 2034-2054. doi:10.2166/ws.2021.297
61. Sylla Morciré. (1995). *Processus d'alimentation de la nappe phréatique et géochimie des nitrates des eaux souterraines de la Presqu'île de Kaloum, Conakry-Guinée*. Université d'Ottawa, Ottawa: Direction des acquisitions et des services bibliographiques, 395, rue Wellington Ottawa, K1A 0N4.
62. UNESCO-IHP. (1973). *Design of water resources projects with inadequate data*. Studies and reports in hydrology, Madrid. Retrieved from <http://waterscience.org>
63. USGS. (2019, 06 8). *École des sciences de l'eau*.
64. Víg Balázs, F. S. (2022). Morphometric analysis of low mountains for mapping flash flood susceptibility in headwaters. *Natural Hazards*, 114(3), 3235-3254. doi:10.1007/s11069-022-05513-6

Perception socio-culturelle de la dysfonction érectile chez les dockers du Port autonome de Cotonou

Yarou Guera Chabi Yoro

Docteur en Sociologie-Anthropologie, Maitre-Assistant (CAMES),
Enseignant-Chercheur, FASHS/DS-A/UAC, Bénin

Thierry Laurent Mètègnon Dannon

Doctorant en Sociologie-Anthropologie, LASADD, UAC, Bénin

Charles Lambert Babadjide

Professeur Titulaire (CAMES),
Enseignant-Chercheur, FASHS/DS-A/UAC, Bénin

[Doi:10.19044/esj.2026.v22n11p102](https://doi.org/10.19044/esj.2026.v22n11p102)

Submitted: 07 December 2025

Accepted: 27 January 2026

Published: 30 April 2026

Copyright 2026 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Guera Chabi Yoro, Y., Dannon, T.L.M., & Babadjide, C.L. (2026). *Perception socio-culturelle de la dysfonction érectile chez les dockers du Port autonome de Cotonou*. European Scientific Journal, ESJ, 22 (11), 102. <https://doi.org/10.19044/esj.2026.v22n11p102>

Résumé

La dysfonction érectile, au-delà de sa dimension médicale, constitue un enjeu social et identitaire majeur dans les contextes où la virilité masculine fait l'objet de constructions sociales spécifiques. Au Port Autonome de Cotonou, une croyance populaire établit un lien causal entre l'intensité du travail physique portuaire et la survenue de troubles érectiles. Cette recherche analyse comment cette croyance est socialement construite et mobilisée par les dockers et leurs partenaires, et examine ses implications sur les identités masculines et les stratégies de recours thérapeutique. La méthodologie adoptée repose sur une approche socio-anthropologique qualitative combinant observation ethnographique et entretiens individuels approfondis réalisés auprès de dockers portuaires, de leurs épouses et de thérapeutes, sélectionnés selon un échantillonnage raisonné. L'analyse mobilise le cadre théorique des représentations sociales et du constructivisme social. Les résultats révèlent que la croyance s'articule autour d'une théorie implicite de l'économie énergétique corporelle largement partagée, plaçant les dockers dans une position identitaire paradoxale entre idéal de masculinité virile et vulnérabilité sexuelle présumée. L'attribution des troubles érectiles à l'épuisement

professionnel oriente massivement les recours vers des solutions visant à restaurer l'énergie vitale plutôt que vers des traitements biomédicaux, constituant un obstacle au recours aux soins formels. Les dockers développent diverses stratégies préventives incluant la régulation de l'effort au travail, les routines de récupération physique et les négociations conjugales autour de la sexualité.

Mots clés : Dysfonction érectile, travail physique, masculinité, représentations sociales, Cotonou

Socio-Cultural Perceptions of Erectile Dysfunction Among Dockworkers at the Autonomous Port of Cotonou

Yarou Guera Chabi Yoro

Docteur en Sociologie-Anthropologie, Maitre-Assistant (CAMES),
Enseignant-Chercheur, FASHS/DS-A/UAC, Bénin

Thierry Laurent Mètègnon Dannon

Doctorant en Sociologie-Anthropologie, LASADD, UAC, Bénin

Charles Lambert Babadjide

Professeur Titulaire (CAMES),
Enseignant-Chercheur, FASHS/DS-A/UAC, Bénin

Abstract

Erectile dysfunction, beyond its medical dimension, constitutes a major social and identity issue in contexts where male virility is subject to specific social constructions. At the Autonomous Port of Cotonou, a popular belief establishes a causal link between the intensity of physical port work and the occurrence of erectile disorders. This research analyzes how this belief is socially constructed and mobilized by workers and their partners, and examines its implications for male identities and therapeutic help-seeking strategies. The methodology adopted is based on a qualitative socio-anthropological approach combining ethnographic observation and in-depth individual interviews conducted with port workers, their spouses, and therapists, selected through purposive sampling. The analysis mobilizes the theoretical framework of social representations and social constructivism. The results reveal that the belief is articulated around an implicit theory of bodily energy economy that is widely shared, placing workers in a paradoxical identity position between an ideal of virile masculinity and presumed sexual vulnerability. The attribution of erectile disorders to professional exhaustion massively directs recourse toward solutions aimed at restoring vital energy rather than toward biomedical treatments, constituting an obstacle to formal

healthcare seeking. Workers develop various preventive strategies including regulation of work effort, physical recovery routines, and marital negotiations around sexuality.

Keywords: Erectile dysfunction, physical work, masculinity, social representations, Cotonou

Introduction

La dysfonction érectile, définie comme l'incapacité persistante ou récurrente à obtenir et/ou maintenir une érection suffisante pour permettre une activité sexuelle satisfaisante pendant au moins 3 mois, constitue un problème de santé masculine dont la prévalence mondiale varie entre 3 % et 76,5 % selon les populations et les critères diagnostiques utilisés (D. Hatzimouratidis *et al.*, 2010 ; EMC Urologie, 2024). En Afrique subsaharienne, et particulièrement au Bénin, la performance sexuelle masculine participe d'un système de reconnaissance sociale où s'évaluent la respectabilité, le statut et la légitimité d'un homme au sein de sa communauté (J.M. Abega, 2007). Le Port Autonome de Cotonou constitue un espace socio-professionnel singulier où convergent des dockers soumis à des conditions physiquement exigeantes. Ce milieu professionnel se caractérise par une valorisation explicite de la puissance corporelle, où la force physique constitue à la fois un capital professionnel indispensable et un marqueur de masculinité largement reconnu (M. Anagonou *et al.*, 2018).

Paradoxalement, une croyance populaire circule selon laquelle les dockers portuaires souffrent davantage de dysfonction érectile. Cette représentation sociale établit un lien causal entre l'intensité de l'effort physique professionnel et la défaillance érectile, suggérant qu'une dépense excessive d'énergie corporelle dans le travail aboutit à un épuisement des capacités sexuelles. Cette logique s'inscrit dans un système de représentation du corps masculin où les ressources énergétiques sont limitées et où existe une concurrence entre performance professionnelle et puissance sexuelle. Dans de nombreuses sociétés africaines, le corps est conçu comme un système énergétique en interaction constante avec son environnement social, où la préservation de certaines capacités nécessite la restriction d'autres activités (T. Wendland, 2010). Cette perception place les dockers portuaires dans une position paradoxale : ils incarnent simultanément un idéal de masculinité par leur force physique professionnelle, tout en étant stigmatisés par la suspicion d'une défaillance sexuelle associée à leur métier. Les implications sur leurs trajectoires de santé méritent attention : si la dysfonction érectile est perçue comme une conséquence inévitable du travail physique intense, cette normalisation constitue un obstacle au recours aux soins et oriente les

stratégies thérapeutiques vers des solutions visant à restaurer l'énergie vitale plutôt que des traitements spécifiques (D. Fassin, 1992).

Trois constats motivent cette recherche. Premièrement, une croyance largement répandue dans la population béninoise établit un lien causal direct entre travail physiquement exigeant et dysfonction érectile, en créant une suspicion généralisée pesant sur la santé sexuelle des dockers et manutentionnaires. Deuxièmement, cette perception place les dockers dans une position paradoxale où ils incarnent un idéal de masculinité virile tout en portant une vulnérabilité masculine présumée. Troisièmement, l'attribution des troubles érectiles à l'épuisement professionnel normalise ces difficultés comme conséquence inévitable du métier, constituant un frein au recours thérapeutique. Face à ces constats, cette recherche pose la question suivante : comment les dockers du Port Autonome de Cotonou et leurs partenaires construisent-ils et gèrent-ils socialement la croyance établissant un lien entre l'intensité du travail physique portuaire et la dysfonction érectile, et quelles sont les implications de cette représentation sociale sur leurs identités masculines, leurs trajectoires conjugales et leurs stratégies de recours thérapeutique ?

Méthodologie

Cette recherche s'inscrit dans une perspective socio-anthropologique compréhensive qui privilégie l'accès aux significations que les acteurs sociaux attribuent à leurs expériences, à leurs pratiques et aux phénomènes de santé qui les concernent (M. Weber, 1922). L'approche qualitative retenue permet de saisir la complexité des représentations sociales de la dysfonction érectile dans le milieu portuaire, en accordant une attention particulière aux systèmes de sens, aux logiques d'action et aux stratégies identitaires développées par les dockers et leurs partenaires. Le positionnement épistémologique adopté relève du constructivisme social, postulant que les réalités sociales, y compris les représentations de la santé sexuelle masculine, sont produites par les interactions sociales et les processus de signification collectifs (P. Berger et T. Luckmann, 1966). L'objectif n'est donc pas d'évaluer la validité biomédicale de cette croyance, mais de comprendre comment elle est socialement construite, transmise, négociée et mobilisée par les acteurs dans leurs interactions quotidiennes.

Le Port Autonome de Cotonou constitue le terrain principal de cette recherche. Ce choix se justifie par plusieurs considérations. Le port représente un espace professionnel où la force physique occupe une place centrale dans l'organisation du travail, rendant particulièrement saillante la question des relations entre dépense énergétique professionnelle et capacités corporelles dans d'autres sphères d'activité. Le port constitue également un milieu social relativement délimité, avec des formes de sociabilité spécifiques facilitant

l'observation des processus de circulation des représentations collectives. La diversité des catégories socio-professionnelles présentes (ouvriers, techniciens, cadres administratifs) permet d'analyser les variations des perceptions selon les positions sociales et l'intensité réelle du travail physique effectué. Le terrain de recherche s'étend également aux espaces domestiques, aux lieux de consultation médicale et paramédicale, et aux marchés où s'achètent les produits thérapeutiques traditionnels ou informels.

La population d'étude comprend plusieurs catégories d'acteurs sociaux. Les dockers portuaires masculins constituent la catégorie centrale de participants, avec une attention particulière portée à la diversité des positions socio-professionnelles, des tranches d'âge, des situations matrimoniales et des anciennetés dans le métier. Les épouses et partenaires féminines constituent une deuxième catégorie de participants, leur point de vue étant indispensable pour comprendre les dimensions conjugales et familiales de la problématique. Une troisième catégorie comprend des thérapeutes divers (médecins, infirmiers, tradipraticiens, marabouts) consultés par les dockers portuaires pour des problèmes de santé sexuelle. Enfin, des informateurs clés tels que des responsables syndicaux, des chefs d'équipe ou des anciens dockers retraités apportent un éclairage sur les dimensions collectives et historiques des représentations étudiées.

La stratégie d'échantillonnage retenue relève de l'échantillonnage raisonné et de la méthode boule de neige. L'échantillonnage raisonné consiste à sélectionner délibérément des participants présentant des caractéristiques variées en fonction de critères théoriquement pertinents : catégorie socio-professionnelle, âge, situation matrimoniale, ancienneté professionnelle. Cette diversification vise à maximiser les variations dans les données recueillies (M. Patton, 2002). La méthode boule de neige est utilisée pour accéder à des participants difficiles à identifier directement, notamment des hommes ayant effectivement expérimenté des troubles érectiles. La taille de l'échantillon est de 40 dockers portuaires, 20 épouses et 15 thérapeutes ou informateurs clés, atteinte grâce au seuil de saturation (B. Glaser et A. Strauss, 1967).

La collecte de données mobilise deux techniques principales complémentaires : l'observation ethnographique et l'entretien individuel approfondi. En effet, l'observation ethnographique consiste en une immersion prolongée dans le milieu portuaire permettant d'observer directement les pratiques, les interactions sociales, les discours spontanés et les situations concrètes dans lesquelles se manifestent et se négocient les représentations de la masculinité et de la sexualité (B. Malinowski, 1922). L'observation porte sur les situations de travail, les espaces de sociabilité masculine, les formes de mise en scène de la virilité, les plaisanteries touchant à la sexualité, et les interactions entre collègues. Cette observation est conduite de manière semi-participante. L'observation s'étend également aux espaces domestiques dans

la mesure du possible, ainsi qu'aux lieux de consultation thérapeutique et aux marchés. Les observations sont consignées systématiquement dans un journal de terrain incluant des descriptions factuelles, des extraits de conversations, et des réflexions analytiques. Une attention particulière est accordée à la réflexivité du chercheur (P. Bourdieu, 1978). Les entretiens individuels approfondis, d'une durée approximative de 60 à 90 minutes, sont conduits selon une approche semi-directive utilisant un guide d'entretien structuré autour de plusieurs thèmes tout en laissant une grande liberté à l'interviewé (S. Kvale, 1996). Le guide d'entretien couvre les trajectoires professionnelles et conditions de travail, les représentations du travail physique et de ses effets sur le corps, les conceptions de la masculinité, la connaissance et l'adhésion à la croyance reliant travail physique et dysfonction érectile, les expériences personnelles de troubles sexuels, les dynamiques conjugales et familiales autour de la sexualité, et les recours thérapeutiques. Les entretiens sont conduits dans des lieux garantissant la confidentialité. La sensibilité du sujet nécessite d'établir préalablement une relation de confiance avec les participants. Les entretiens sont menés en français ou en langues locales (fon, yoruba) selon les préférences des participants. Tous les entretiens sont enregistrés avec l'accord explicite des participants et intégralement retranscrits pour l'analyse. Les entretiens avec les épouses et partenaires sont conduits en veillant particulièrement à créer un espace de parole sécurisé. Les entretiens avec les thérapeutes explorent leurs perceptions de la prévalence des troubles érectiles parmi leurs patients dockers portuaires, leurs théories étiologiques et leurs approches thérapeutiques.

L'analyse thématique consiste à identifier, analyser et rapporter des patterns dans les données qualitatives (V. Braun et V. Clarke, 2006). L'approche par théorisation ancrée implique que les catégories analytiques émergent progressivement des données elles-mêmes (B. Glaser et A. Strauss, 1967). Le processus d'analyse comporte plusieurs étapes : familiarisation avec les données, codage initial à l'aide du logiciel Dedoose, regroupement des codes en catégories thématiques, révision et affinement des thèmes, définition précise des thèmes finaux, et interprétation théorique. L'analyse est conduite de manière itérative, alternant entre collecte et analyse des données. Des mémos analytiques sont régulièrement rédigés pour consigner les réflexions théoriques et les hypothèses émergentes. L'analyse compare systématiquement les données selon les différentes catégories de participants afin d'identifier les variations et les invariants dans les représentations et les pratiques.

Résultats

Croyance populaire liant travail physique intense et dysfonction érectile

L'analyse des données révèle que la croyance établissant un lien causal entre le travail physique intense et la dysfonction érectile constitue une représentation sociale profondément ancrée et largement diffusée dans le milieu portuaire de Cotonou. Cette croyance ne se limite pas aux dockers eux-mêmes mais s'étend à l'ensemble de leur environnement social, incluant leurs épouses, leurs familles et la communauté élargie. 87,5% des dockers portuaires interrogés déclarent avoir entendu parler de l'association entre travail physique intense et dysfonction érectile. 70% y adhèrent avec différents degrés de conviction. Cette prévalence élevée témoigne de la vitalité et de la légitimité sociale de cette représentation dans le contexte étudié. La croyance s'articule autour d'une théorie implicite de l'économie énergétique corporelle selon laquelle le corps masculin dispose d'un capital énergétique limité qui doit être réparti entre différentes sphères d'activité. Selon cette logique, une dépense excessive d'énergie dans le travail physique épuise les réserves corporelles nécessaires à la performance sexuelle. Cette conception transparaît clairement dans les propos de Koffi, docker de 38 ans :

« Le corps de l'homme c'est comme une batterie de téléphone. Quand tu décharges toute la journée au port en soulevant les charges, il ne reste plus rien pour la nuit avec ta femme. C'est normal, l'énergie elle est partie dans le travail. Moi je le vis chaque jour, je rentre épuisé et ma femme elle attend mais le corps ne répond plus ».

Cette métaphore de la batterie qui se décharge revient de manière récurrente dans les discours des dockers, suggérant une appropriation collective d'un modèle explicatif partagé. Les dockers mobilisent diverses métaphores pour rendre compte de cette économie corporelle. Selon Mathieu, manutentionnaire de 40 ans :

« Notre travail il mange notre force. Chaque jour tu laisses une partie de toi-même au port. À la fin de la semaine, il ne reste presque rien pour ta femme. C'est comme un sac de riz que tu vides petit à petit, quand il est fini, il est fini. Tu peux pas donner ce que tu n'as plus dans le corps ».

Cette notion de "corps vidé" qui doit être "rempli" ou "rechargé" renvoie à une conception substantialiste de l'énergie vitale masculine, perçue comme une substance concrète qui peut s'épuiser et nécessiter un réapprovisionnement. Les observations ethnographiques confirment que cette croyance circule abondamment dans les espaces de sociabilité masculine du port, notamment lors des pauses où les dockers échangent des plaisanteries et des conseils sur la gestion de leur énergie corporelle. Ces échanges humoristiques fonctionnent comme un mode de communication acceptable sur

un sujet autrement délicat, permettant aux hommes d'évoquer indirectement leurs difficultés sexuelles sans avoir à les confesser explicitement.

La transmission intergénérationnelle de cette croyance constitue un mécanisme important de sa pérennisation. Les jeunes dockers nouvellement recrutés sont fréquemment mis en garde par leurs aînés sur les risques du métier pour leur vie sexuelle. Rodrigue, jeune docker de 27 ans, rapporte :

« Quand je suis arrivé au port, les anciens m'ont directement prévenu. Ils m'ont dit attention petit, ce travail-là il va t'user, si tu veux garder ta femme contente, il faut apprendre à gérer ta force. Au début je ne comprenais pas vraiment, mais maintenant après deux ans je commence à voir de quoi ils parlaient. Le soir je suis vraiment fatigué ».

Justin, docker de 52 ans, explique son rôle dans cette transmission avec un sens aigu de la responsabilité envers les jeunes générations :

"Moi je dis toujours aux jeunes qui arrivent : le port il te donne à manger, mais il te prend aussi quelque chose. Il faut savoir protéger ce qui reste. Sinon ta femme va partir chercher ailleurs ce que tu ne peux plus lui donner. J'ai vu trop de mariages se casser à cause de ça. Les jeunes pensent qu'ils sont forts, qu'ils peuvent tout gérer, mais le temps va leur montrer la vérité."

Ces avertissements des dockers expérimentés aux nouvelles recrues créent une socialisation professionnelle où la gestion de l'énergie sexuelle face aux contraintes du travail physique est présentée comme une compétence nécessaire à acquérir. Cette transmission assure la perpétuation de la croyance d'une génération à l'autre, l'inscrivant comme un savoir professionnel légitime au même titre que les techniques de manutention ou les règles de sécurité. Les données révèlent des variations dans l'adhésion à cette croyance selon les catégories socio-professionnelles. Les dockers et manutentionnaires, dont le travail est effectivement le plus physiquement exigeant, manifestent une adhésion plus forte que les cadres administratifs et les techniciens. Cette différenciation suggère que l'intensité réelle du travail physique influence la plausibilité perçue de cette association causale. Parmi les dockers et manutentionnaires interrogés, 88% adhèrent à la croyance, contre seulement 40% des cadres et techniciens interrogés. Thomas, technicien en maintenance de 36 ans, exprime son scepticisme :

« Moi je ne crois pas trop à ça. Mon travail n'est pas si physique et pourtant j'ai des collègues de bureau qui ont aussi des problèmes. Je pense que c'est plus une question de stress ou de santé, pas vraiment la force physique. Les dockers ils aiment bien dire que c'est à cause du travail mais moi je pense qu'il y a d'autres raisons ».

Cette position minoritaire parmi les dockers moins engagés physiquement suggère que la croyance trouve sa force de conviction dans l'expérience concrète de l'épuisement corporel quotidien. Les variations socio-professionnelles révèlent également des différences de capital culturel et d'accès aux discours médicaux alternatifs qui permettent à certaines catégories de dockers de mobiliser d'autres cadres explicatifs. Les épouses et partenaires des dockers portuaires partagent largement cette croyance, bien que leur appropriation présente des nuances spécifiques. 80% des épouses interrogées déclarent connaître cette association et 65% l'acceptent comme explication plausible des difficultés sexuelles de leur conjoint. Cependant, leur adhésion est souvent teintée d'ambivalence. Amélie, épouse d'un docker de 41 ans, témoigne :

« Oui, je sais que son travail le fatigue beaucoup. Quand il rentre le soir, il est vraiment épuisé. Je comprends qu'il n'ait pas toujours l'envie ou la force pour les choses du lit. Mais parfois je me demande si c'est vraiment seulement ça ou s'il y a autre chose, une autre femme peut-être. C'est difficile de savoir la vérité ».

Cette ambivalence féminine face à l'explication par le travail physique révèle que si la croyance offre un cadre interprétatif acceptable pour les difficultés sexuelles conjugales, elle ne supprime pas totalement les doutes et les frustrations des partenaires féminines. Certaines femmes expriment une acceptation plus complète de cette explication, l'intégrant dans leur compréhension globale du sacrifice masculin pour le bien-être familial. D'autres manifestent une acceptation plus résignée ou stratégique qui masque des insatisfactions profondes.

Les observations dans les quartiers de résidence montrent que la croyance est discutée dans les espaces de sociabilité féminine, où les épouses échangent sur leurs expériences conjugales. Lors d'une discussion observée dans une cour collective où résident plusieurs familles de dockers portuaires, les femmes évoquent ouvertement les difficultés sexuelles de leurs conjoints en les attribuant spontanément au travail physique. L'une d'elles déclare sans gêne apparente : *« Nos maris ils sont forts au port mais faibles à la maison. C'est le prix à payer quand on épouse un docker ».* Cette circulation de la croyance dans les réseaux féminins contribue à sa normalisation et à sa légitimation sociale. De même, les observations sur les marchés où se vendent les produits aphrodisiaques et fortifiants révèlent que les vendeurs intègrent explicitement cette croyance dans leurs stratégies commerciales, ciblant les dockers portuaires comme clientèle privilégiée et adaptant leurs discours de vente à cette représentation. Un vendeur observé sur le marché de Dantokpa interpelle ainsi les passants : *« Vous qui travaillez dur, qui soulevez des charges toute la journée, votre corps a besoin de force. Mes produits vont vous*

redonner ce que le travail vous a pris ». Cette instrumentalisation commerciale de la croyance témoigne de son ancrage dans l'imaginaire collectif et de son efficacité symbolique. La croyance se manifeste également dans les interactions entre dockers de différentes générations. Les dockers plus âgés l'invoquent pour expliquer et légitimer leur diminution de performance sexuelle, tandis que les jeunes dockers l'utilisent de manière anticipatoire pour exprimer leurs inquiétudes face à l'avenir.

Certains médecins interrogés reconnaissent une part de validité dans cette croyance populaire, tout en nuanciant son caractère simpliste. Un médecin généraliste explique :

« Il y a une part de vérité dans ce que les gens croient. Le stress chronique, la fatigue physique intense, les horaires irréguliers, tout cela affecte effectivement la fonction sexuelle. Mais ce n'est pas aussi mécanique que les gens le pensent. Ce n'est pas parce que tu soulèves des charges que ton pénis ne fonctionnera plus. C'est plus complexe que ça. Il y a des facteurs vasculaires, hormonaux, psychologiques. Le travail peut jouer un rôle mais ce n'est pas la seule cause ».

Cette position médicale nuancée reconnaît l'influence des conditions de travail sur la santé sexuelle tout en contestant le modèle explicatif populaire basé sur l'épuisement énergétique direct. L'analyse révèle également que la croyance fonctionne comme un système d'explication totalisante capable d'intégrer des contre-exemples apparents. Lorsque des dockers portuaires ne manifestent pas de troubles érectiles malgré l'intensité de leur travail, cela n'invalide pas la croyance mais conduit à des explications complémentaires : constitution physique exceptionnelle, utilisation de produits fortifiants efficaces, gestion prudente de l'énergie au travail, ou encore jeunesse préservant temporairement des effets délétères. Ainsi, Désiré, docker de 33 ans qui affirme ne pas connaître de difficultés sexuelles, explique son exception apparente :

« Moi ça va encore pour l'instant parce que je suis jeune et je fais attention. Je prends des produits pour me fortifier et je ne force pas trop au travail. Mais je sais que si je ne fais pas attention, le travail va finir par m'avoir comme les autres. C'est juste une question de temps. Personne n'échappe à ça quand on travaille au port depuis longtemps. Regarde tous les anciens, ils ont tous des problèmes ».

Cette intégration des contre-exemples dans un cadre explicatif élargi témoigne de la complexité cognitive de la croyance face aux informations potentiellement contradictoires.

Itinéraires thérapeutiques et stratégies de gestion des troubles érectiles

L'analyse des itinéraires thérapeutiques des dockers portuaires confrontés à des troubles érectiles révèle que l'attribution causale au travail physique oriente massivement les recours vers des solutions visant à restaurer l'énergie vitale plutôt que vers des traitements ciblant spécifiquement la fonction érectile. Cette orientation thérapeutique découle directement de la logique explicative qui sous-tend la croyance populaire : si la dysfonction érectile résulte d'un épuisement énergétique dû au travail physique, la solution logique consiste à recharger le corps en énergie plutôt qu'à traiter un dysfonctionnement organique spécifique. Cette cohérence entre modèle étiologique et stratégie thérapeutique structure les pratiques de recours aux soins et explique la prédominance des approches fortifiantes sur les approches médicales ciblées. Certains des dockers interrogés ayant expérimenté des troubles érectiles, déclarent avoir d'abord eu recours à des produits fortifiants, tonifiants ou énergisants avant d'envisager d'autres solutions. Ces produits incluent des préparations à base de plantes médicinales traditionnelles, des compléments alimentaires achetés en pharmacie ou sur les marchés informels, des aliments réputés renforcer la vitalité masculine, et des boissons énergisantes. Cette prédominance des solutions énergisantes témoigne de l'inscription pratique de la croyance dans les conduites de santé. Désiré, docker de 43 ans, décrit son parcours thérapeutique :

« Quand j'ai commencé à avoir des difficultés avec ma femme, je ne suis pas allé directement à l'hôpital. Je savais que c'était à cause de la fatigue du travail. Alors j'ai acheté des racines au marché, on m'a dit que ça donne la force. J'ai pris ça pendant deux mois. Après j'ai essayé le miel avec du gingembre, puis les cachets de la pharmacie pour la fatigue. C'est seulement après que tout ça n'a pas marché que j'ai pensé à voir un docteur ».

Ce verbatim montre un itinéraire thérapeutique caractéristique où les solutions énergisantes constituent la première ligne de recours, le recours médical n'intervenant qu'en cas d'échec de ces stratégies initiales. Cette séquence révèle également une logique d'escalade thérapeutique où les dockers épuisent progressivement les options perçues comme les plus cohérentes avec leur compréhension causale avant de se tourner vers des alternatives qui impliquent une redéfinition du problème comme pathologie médicale. Les observations sur les marchés où se vendent les produits thérapeutiques traditionnels et informels confirment que les vendeurs adaptent leurs discours commerciaux à la croyance des dockers portuaires, présentant leurs préparations comme particulièrement adaptées aux hommes qui travaillent dur et ont besoin de recharger leur force. Les étalages affichent des racines, des écorces, des poudres et des mélanges préparés avec des

appellations évocatrices comme "*force de l'homme*", "*retour de la puissance*", "*énergie complète*" ou "*tonique du travailleur*". Les vendeurs interrogés confirment que les dockers portuaires constituent une clientèle importante pour ces produits. Madame Agathe, vendeuse de plantes médicinales depuis quinze ans, explique :

« Les hommes du port, ils viennent beaucoup acheter mes produits. Ils me disent tous la même chose, le travail les a fatigués et ils ont besoin de retrouver la force. Je leur donne les racines de kinkéliba mélangées avec du gingembre et du miel, ça redonne l'énergie au corps. Ils reviennent souvent acheter parce qu'ils savent que ça marche pour leur problème. C'est ma meilleure clientèle pour les produits de force masculine ».

Cet extrait d'entretien révèle comment les acteurs du marché thérapeutique informel s'adaptent aux représentations de leur clientèle et contribuent à renforcer la légitimité de ces représentations en proposant des solutions cohérentes avec elles. Cette circularité entre croyance et offre thérapeutique crée un système auto-entretenu où chaque élément valide et renforce l'autre. Le recours aux services de santé biomédicaux formels demeure minoritaire et tardif dans les trajectoires thérapeutiques des dockers portuaires. Cette réticence au recours médical s'explique par plusieurs obstacles interconnectés. La honte et l'embarras à évoquer des problèmes sexuels avec un professionnel de santé constituent un premier obstacle majeur. Les dockers perçoivent la consultation médicale pour des troubles érectiles comme une forme d'aveu public d'une défaillance masculine profondément stigmatisante. La crainte que l'information ne circule dans les réseaux sociaux, particulièrement si le personnel de santé inclut des connaissances ou des personnes liées au milieu portuaire, renforce cette réticence. Moussa, manutentionnaire de 42 ans, exprime cette appréhension :

« Aller voir le docteur pour dire que tu ne peux plus faire l'amour avec ta femme, c'est difficile. Tu as honte. Et puis tu as peur que le docteur ou l'infirmière raconte ton problème à d'autres gens. Au centre de santé de notre quartier, il y a une infirmière qui est la cousine de ma voisine. Si je vais là-bas pour ce problème, bientôt tout le quartier va savoir. Alors je préfère chercher d'autres solutions plus discrètes ».

L'analyse de ce verbatim met en évidence l'importance de la confidentialité perçue dans les décisions de recours aux soins pour des problèmes sexuels. Le manque de confiance dans la capacité des structures de santé à garantir l'anonymat constitue un obstacle majeur qui pousse les dockers vers des solutions informelles perçues comme plus discrètes. Plusieurs dockers interrogés mentionnent le prix prohibitif des médicaments

contre la dysfonction érectile disponibles en pharmacie comme un facteur dissuasif majeur. L'obstacle le plus fondamental au recours médical réside cependant dans la conviction que le problème est lié à la fatigue professionnelle et non à une pathologie médicale nécessitant un traitement spécialisé. Cette naturalisation des troubles érectiles comme conséquence logique et prévisible du travail physique les soustrait au champ de l'intervention biomédicale et les replace dans le domaine de la gestion ordinaire de l'énergie corporelle. Les dockers ne se perçoivent pas comme malades mais comme épuisés, une condition qui appelle du repos et de la fortification plutôt qu'un traitement médical. Cette désignation sociale du problème détermine largement les types de recours considérés comme appropriés et légitimes.

Les entretiens avec les thérapeutes traditionnels révèlent que ceux-ci intègrent explicitement la dimension du travail physique dans leurs diagnostics et leurs propositions thérapeutiques. Les tradipraticiens interrogés affirment recevoir régulièrement des dockers portuaires se plaignant de faiblesse sexuelle et attribuent systématiquement ces troubles à l'épuisement professionnel. Maître Koffi, tradipraticien exerçant depuis trente ans, décrit sa pratique :

« Quand un homme du port vient me voir pour un problème de lit, je sais déjà quelle est la cause. C'est le travail qui a vidé son corps de sa force. Je lui prépare des racines spéciales qui vont nettoyer son sang, enlever la fatigue accumulée et remettre l'énergie dans tout son corps. Je lui dis aussi de se reposer plus et de ne pas forcer trop au travail. Avec ce traitement, normalement en deux ou trois mois, la force revient et il peut de nouveau satisfaire sa femme ».

Ce verbatim illustre comment les thérapeutes traditionnels valident et renforcent le modèle explicatif populaire en l'intégrant dans leurs pratiques diagnostiques et thérapeutiques. Leurs traitements combinent généralement des préparations à base de plantes destinées à purifier et revitaliser le corps avec des conseils de modération dans l'effort professionnel. Cette approche holistique qui lie directement santé sexuelle et gestion de l'activité professionnelle trouve une résonance forte chez les dockers portuaires dont l'expérience subjective confirme le lien entre épuisement au travail et difficultés sexuelles.

Les médecins interrogés expriment des positions contrastées face à cette croyance et aux pratiques thérapeutiques qu'elle génère. Certains reconnaissent une validité partielle à l'association entre conditions de travail et troubles sexuels. Un Urologue, nuance cette relation :

« Il est vrai que le stress chronique, la fatigue physique intense, les horaires de travail perturbés et le manque de sommeil

peuvent affecter la fonction érectile. Mais il ne faut pas simplifier. La dysfonction érectile a généralement des causes multifactorielles, vasculaires, hormonales, psychologiques. Le travail physique en soi ne cause pas directement l'impuissance. Le problème c'est que les patients arrivent tard à la consultation après avoir perdu du temps et de l'argent avec des traitements inefficaces ».

Ce verbatim reconnaît l'influence possible des conditions de travail sur la santé sexuelle tout en contestant le modèle explicatif simpliste de l'épuisement énergétique. Les médecins déplorent que la croyance populaire retarde les consultations et les diagnostics appropriés, permettant à des pathologies sous-jacentes potentiellement graves de progresser sans traitement. Plusieurs médecins mentionnent avoir découvert des cas de diabète, d'hypertension ou de maladies cardiovasculaires lors de consultations tardives pour dysfonction érectile chez des dockers portuaires qui avaient longtemps attribué leurs troubles uniquement à la fatigue professionnelle.

Discussion

Les résultats de cette recherche sur la perception sociale de la dysfonction érectile au Port Autonome de Cotonou révèlent des dynamiques complexes qui méritent d'être discutées à la lumière des cadres théoriques et empiriques développés dans la littérature scientifique internationale sur les représentations sociales de la santé, les masculinités et les pratiques thérapeutiques. L'ancrage profond de la croyance reliant travail physique intense et dysfonction érectile dans le milieu portuaire béninois s'inscrit dans ce que S. Moscovici (1961) conceptualise comme les représentations sociales, c'est-à-dire des systèmes de valeurs, d'idées et de pratiques permettant aux individus de s'orienter dans leur environnement social et matériel. Cette fonction protectrice des représentations sociales rejoint les analyses récentes de A. Mbembe (2016) sur les économies de la vitalité en Afrique, qui montrent comment les sociétés africaines contemporaines développent des modes spécifiques de gestion et de valorisation de l'énergie corporelle dans des contextes de précarité économique. La théorie de l'économie énergétique corporelle mobilisée par les dockers portuaires s'inscrit dans ces logiques plus larges d'optimisation des ressources vitales face aux contraintes matérielles. La tension identitaire vécue par les dockers portuaires illustre ce que R.W. Connell et J. Messerschmidt (2005) analysent dans leur reformulation de la masculinité hégémonique. Les travaux de M. Ouzgane (2013) sur les masculinités africaines montrent que le continent africain constitue un terrain riche pour observer ces négociations identitaires, où se rencontrent des définitions traditionnelles, coloniales et contemporaines de la virilité masculine. Les analyses de S. Tamale (2011) sur la sexualité africaine

soulignent que celle-ci ne peut être comprise indépendamment des structures économiques, politiques et sociales qui la façonnent. Les observations de cette recherche sur l'imbrication entre conditions de travail et sexualité masculine confirment cette perspective intersectionnelle.

La dimension conjugale des stratégies d'adaptation rejoint les analyses de J. Sow (2018) sur les rapports conjugaux en Afrique de l'Ouest contemporaine. Les travaux de S. Arnfred (2011) sur la sexualité et le genre en Afrique subsaharienne révèlent que les négociations sexuelles conjugales sont profondément ancrées dans des rapports de pouvoir économiques et symboliques où les femmes disposent de marges de manœuvre variables selon leurs ressources matérielles et sociales. Les recherches de R. Morrell et L. Richter (2006) sur la paternité et la masculinité en Afrique du Sud montrent que les transformations du travail masculin reconfigurent les identités de genre et les relations conjugales, créant de nouvelles tensions et de nouvelles formes de négociation au sein des couples. Les itinéraires thérapeutiques observés illustrent ce que A. Kleinman (1980) conceptualise comme le système de soins pluraliste. Les travaux récents de J. Livingston (2012) sur les pratiques de santé en Afrique australe montrent que le pluralisme médical ne reflète pas simplement une coexistence de systèmes thérapeutiques mais constitue une forme active de bricolage où les individus construisent des parcours de soins cohérents avec leurs représentations et leurs ressources. Les recherches de V. Adams (2016) sur les économies de la santé globale révèlent que les choix thérapeutiques sont toujours contraints par des facteurs économiques, sociaux et politiques qui dépassent largement les questions de croyances individuelles. La naturalisation des troubles érectiles comme conséquence prévisible du travail physique rejoint les analyses de P. Conrad et V. Leiter (2004) sur la médicalisation et la démedicalisation, qui soulignent que ces processus sont toujours socialement situés et politiquement contestés. Le rôle des thérapeutes traditionnels dans la validation de la croyance populaire illustre ce que M. Lock (2017) conceptualise comme les assemblages biomédicaux locaux, où se rencontrent et se reconfigurent des savoirs biomédicaux globaux et des connaissances thérapeutiques locales. Les travaux de S. Langwick (2011) sur la médecine traditionnelle en Tanzanie montrent que les tradipraticiens ne sont pas simplement des gardiens de traditions anciennes mais des acteurs contemporains qui adaptent constamment leurs pratiques aux demandes changeantes de leur clientèle et aux transformations sociales. Les recherches de H. Dilger (2012) sur les soins de santé en Afrique révèlent que les choix thérapeutiques sont profondément influencés par les réseaux sociaux, les relations de confiance et les expériences partagées au sein des communautés.

Conclusion

Cette recherche sur la perception sociale de la dysfonction érectile au Port Autonome de Cotonou révèle la complexité des dynamiques socioculturelles qui structurent la santé sexuelle masculine dans les milieux professionnels caractérisés par un travail physique intense. La croyance populaire établissant un lien causal entre l'exercice d'un travail physiquement exigeant et la survenue de troubles érectiles constitue bien plus qu'une simple représentation erronée : elle fonctionne comme un système de signification cohérent qui remplit des fonctions identitaires, relationnelles et thérapeutiques importantes pour les dockers portuaires et leur entourage. Cette croyance permet aux hommes de préserver leur identité masculine en externalisant la responsabilité de leurs difficultés sexuelles vers une cause honorable, tout en créant un langage partagé pour évoquer des expériences autrement indicibles. Les résultats montrent que cette représentation sociale exerce une influence déterminante sur les trajectoires de santé des dockers portuaires. En orientant massivement les recours thérapeutiques vers des solutions visant à restaurer l'énergie vitale plutôt que vers des traitements médicaux ciblés, elle retarde les consultations biomédicales et expose les hommes à des risques de non-détection de pathologies sous-jacentes potentiellement graves. Cette recherche souligne l'importance d'une approche socio-anthropologique des questions de santé sexuelle masculine en Afrique, qui prenne en compte les systèmes de représentation locaux, les dynamiques de genre, les contraintes économiques et les pluralismes thérapeutiques.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Abega, J.-M. (2007). *Les violences sexuelles et l'État au Cameroun*. Karthala.
2. Adams, V. (2016). *Metrics: What counts in global health*. Duke University Press.
3. Adeyemo, A. A., Prewitt, T. E., & Cooper, R. (2001). Erectile dysfunction and its correlates among men in Ibadan. *African Journal of Reproductive Health*, 5(2), 74-80.

4. Anagonou, M., Fayomi, B., & Azondekon, A. (2018). *Santé et conditions de travail dans les ports ouest-africains*. Éditions du CNRS Bénin.
5. Arnfred, S. (2011). *Sexuality and gender politics in Mozambique: Rethinking gender in Africa*. James Currey.
6. Augé, M., & Herzlich, C. (1984). *Le sens du mal : Anthropologie, histoire, sociologie de la maladie*. Éditions des Archives Contemporaines.
7. Baxerres, C. (2013). *Du médicament informel au médicament libéralisé : Une anthropologie du médicament pharmaceutique au Bénin*. Les Éditions des archives contemporaines.
8. Becker, F. (2019). Body politics and the body in politics in colonial Tanganyika. *Journal of African History*, 60(2), 221-242. <https://doi.org/10.1017/S0021853719000051>
9. Berger, P., & Luckmann, T. (1966). *The social construction of reality: A treatise in the sociology of knowledge*. Anchor Books.
10. Bourdieu, P. (1978). Sur l'objectivation participante : Réponses à quelques objections. *Actes de la recherche en sciences sociales*, 23(1), 67-69.
11. Bourdieu, P. (1979). *La distinction : Critique sociale du jugement*. Éditions de Minuit.
12. Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
13. Cassier, M., & Correa, M. (2003). Patents, innovation and public health: Brazilian public-sector laboratories' experience in copying AIDS drugs. *Economics of AIDS and Access to HIV/AIDS Care in Developing Countries*, 3(1), 89-107.
14. Connell, R. W., & Messerschmidt, J. (2005). Hegemonic masculinity: Rethinking the concept. *Gender & Society*, 19(6), 829-859. <https://doi.org/10.1177/0891243205278639>
15. Conrad, P., & Leiter, V. (2004). Medicalization, markets and consumers. *Journal of Health and Social Behavior*, 45, 158-176.
16. Cornwall, A., & Lindisfarne, N. (1994). *Dislocating masculinity: Comparative ethnographies*. Routledge.
17. Courtenay, W. H. (2000). Constructions of masculinity and their influence on men's well-being: A theory of gender and health. *Social Science & Medicine*, 50(10), 1385-1401. [https://doi.org/10.1016/S0277-9536\(99\)00390-1](https://doi.org/10.1016/S0277-9536(99)00390-1)
18. Debert, G. G., & Brigeiro, M. (2012). Fronteiras de gênero e a sexualidade na velhice. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, 27(80), 37-54.

19. Dilger, H. (2012). Targeting the empowered individual: Transnational policy making, the global economy of aid, and the limitations of biopower in Tanzania. Dans J. Biehl & A. Petryna (dir.), *When people come first: Critical studies in global health* (p. 60-91). Princeton University Press.
20. Fassin, D. (1992). *Pouvoir et maladie en Afrique : Anthropologie sociale dans la banlieue de Dakar*. Presses Universitaires de France.
21. Gannon, K., Glover, L., O'Neill, N., & Emberton, M. (2004). Men and chronic illness: A qualitative study of LUTS. *Journal of Health Psychology*, 9(3), 411-420. <https://doi.org/10.1177/1359105304042351>
22. Geschiere, P., & Meyer, B. (1998). Globalization and identity: Dialectics of flow and closure. *Development and Change*, 29(4), 601-615.
23. Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (1967). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Aldine Publishing Company.
24. Goffman, E. (1963). *Stigma: Notes on the management of spoiled identity*. Prentice-Hall.
25. Hatzimouratidis, D., Amar, E., Eardley, I., Giuliano, F., Hatzichristou, D., Montorsi, F., Vardi, Y., & Wespes, E. (2010). Guidelines on male sexual dysfunction: Erectile dysfunction and premature ejaculation. *European Urology*, 57(5), 804-814. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2010.02.020>
26. Kimmel, M. S. (2004). Masculinity as homophobia: Fear, shame, and silence in the construction of gender identity. Dans P. F. Murphy (dir.), *Feminism and masculinities* (p. 182-199). Oxford University Press.
27. Kleinman, A. (1980). *Patients and healers in the context of culture*. University of California Press.
28. Kvale, S. (1996). *InterViews: An introduction to qualitative research interviewing*. Sage Publications.
29. Langwick, S. A. (2011). *Bodies, politics, and African healing: The matter of maladies in Tanzania*. Indiana University Press.
30. Le Roux, B. (2011). La médecine traditionnelle comme recours aux difficultés conjugales en Afrique du Sud. *Autrepart*, 3(59), 153-168.
31. Livingston, J. (2012). *Improvising medicine: An African oncology ward in an emerging cancer epidemic*. Duke University Press.
32. Lock, M. (2017). Recovering the body. *Annual Review of Anthropology*, 46, 1-14. <https://doi.org/10.1146/annurev-anthro-102116-041253>
33. Malinowski, B. (1922). *Argonauts of the Western Pacific*. Routledge & Kegan Paul.

34. Mbembe, A. (2016). *Politiques de l'inimitié*. La Découverte.
35. Miescher, S. F. (2005). *Making men in Ghana*. Indiana University Press.
36. Miescher, S. F., & Lindsay, L. A. (2003). *Men and masculinities in modern Africa*. Heinemann.
37. Morrell, R., & Richter, L. (2006). *Baba: Men and fatherhood in South Africa*. HSRC Press.
38. Moscovici, S. (1961). *La psychanalyse, son image et son public*. Presses Universitaires de France.
39. Moynihan, J. (1998). Partners' perspectives on erectile dysfunction: Literature review. *British Journal of Nursing*, 7(11), 673-677.
40. Nichter, M. (2008). *Global health: Why cultural perceptions, social representations, and biopolitics matter*. University of Arizona Press.
41. Ouzgane, L. (2013). *Islamic masculinities*. Zed Books.
42. Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods*. Sage Publications.
43. Peterson, K. (2014). *Speculative markets: Drug circuits and derivative life in Nigeria*. Duke University Press.
44. Potts, A., Grace, V., Vares, T., & Gavey, N. (2004). 'Viagra stories': Challenging 'erectile dysfunction'. *Social Science & Medicine*, 59(3), 489-499.
45. Rose, N. (2007). *The politics of life itself: Biomedicine, power, and subjectivity in the twenty-first century*. Princeton University Press.
46. Sow, F. (2018). Les défis du féminisme africain. *Présence Africaine*, 197(1), 141-153.
47. Tamale, S. (2011). *African sexualities: A reader*. Pambazuka Press.
48. Tiefer, L. (1994). The medicalization of impotence: Normalizing phallocentrism. *Gender & Society*, 8(3), 363-377.
49. Tiefer, L. (2006). Female sexual dysfunction: A case study of disease mongering and activist resistance. *PLoS Medicine*, 3(4), 436-440. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0030178>
50. Weber, M. (1922). *Économie et société*. Plon.
51. Wendland, C. (2010). *A heart for the work: Journeys through an African medical school*. University of Chicago Press.
52. Wyrod, R. (2011). Masculinity and the persistence of AIDS stigma. *Culture, Health & Sexuality*, 13(4), 443-456. <https://doi.org/10.1080/13691058.2010.542565>
53. Zempleni, A. (1985). La maladie et ses causes : Introduction. *L'Ethnographie*, 81(96-97), 13-44.

Du territoire physique au territoire numérique : une approche socio-spatiale de l'addiction au pari sportif en ligne en Côte d'Ivoire

Djomo Armel Konan Kouassi

Enseignant-chercheur, École Normale Supérieure d'Abidjan, Côte d'Ivoire

Kone Kapiéfolo Julien

Enseignant-chercheur, Université Peleforo Gon Coulibaly, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2026.v22n11p121](https://doi.org/10.19044/esj.2026.v22n11p121)

Submitted: 16 January 2026

Accepted: 20 March 2026

Published: 30 April 2026

Copyright 2026 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Djomo, A.K.K., & Kone, K.J. (2026). *Du territoire physique au territoire numérique : une approche socio-spatiale de l'addiction au pari sportif en ligne en Côte d'Ivoire*. European Scientific Journal, ESJ, 22 (11), 121. <https://doi.org/10.19044/esj.2026.v22n11p121>

Résumé

L'avènement des technologies numériques a profondément redéfini les modalités des jeux d'argent, propulsant le pari sportif dans une ère de démocratisation et d'accessibilité sans précédent. En Côte d'Ivoire, cette transformation se manifeste par l'essor fulgurant des plate-formes de paris en ligne, générant des implications socio-spatiales complexes, notamment à Yamoussoukro, la capitale politique. Cet article propose une analyse de l'ancrage territorial de la vulnérabilité face au jeu, en explorant comment l'espace numérique (sites web, applications mobiles) interagit avec le territoire physique (quartiers, lieux de vie) pour produire de nouvelles formes d'addiction chez les jeunes parieurs. La méthodologie, basée sur une enquête qualitative et quantitative (entretiens semi-dirigés, questionnaires auprès de 150 parieurs obtenus par un échantillonnage non-probabiliste par convenance complété par une approche boule de neige, observations participantes), démontre une forte tendance addictive chez les jeunes Ivoiriens. L'étude a révélé que la dépendance au jeu pari sportif n'est pas uniforme dans la ville de Yamoussoukro. Elle présentait des disparités significatives selon le lieu d'habitation et le statut socio-économique des parieurs. Ces résultats mettent en lumière une véritable lecture territoriale du phénomène, où la précarité et l'accès différencié aux infrastructures

(numériques et urbaines) modulent le risque addictif. L'article conclut sur la nécessité de politiques publiques adaptées à la prévention et la gestion de l'addiction au jeu en ligne.

Mots clés : Pari sportif en ligne, Addiction, Territoire, Espace numérique, Yamoussoukro

From the Physical Sphere to the Digital Sphere: A Socio-Spatial Approach to Online Sports Betting Addiction in the Ivory Coast

Djomo Armel Konan Kouassi

Enseignant-chercheur, École Normale Supérieure d'Abidjan, Côte d'Ivoire

Kone Kapiéfolo Julien

Enseignant-chercheur, Université Peleforo Gon Coulibaly, Côte d'Ivoire

Abstract

The advent of digital technologies has profoundly redefined the nature of gambling, propelling sports betting into an era of unprecedented democratization and accessibility. In the Ivory Coast, this transformation is manifested by the rapid rise of online betting platforms, generating complex socio-spatial implications, particularly in Yamoussoukro, the political capital. This article offers an analysis of the territorial roots of gambling vulnerability, exploring how the digital space (websites, mobile apps) interacts with the physical territory (neighborhoods, living spaces) to produce new forms of addiction among young bettors. The methodology, based on a qualitative and quantitative survey (semi-structured interviews, questionnaires administered to 150 bettors obtained through non-probabilistic convenience sampling supplemented by a snowball sampling approach, and participant observation), reveals a strong tendency toward addiction among young Ivoirians. The study revealed that addiction to sports betting is not uniform across the city of Yamoussoukro. It showed significant disparities depending on the bettors' place of residence and socioeconomic status. These findings highlight a genuine regional perspective on the phenomenon, in which precarious living conditions and unequal access to infrastructure (both digital and urban) influence the risk of addiction. The article concludes by emphasising the need for public policies tailored to the prevention and management of online gambling addiction.

Keywords: Online sports betting, Addiction, Territory, Digital space, Yamoussoukro

Introduction

Les innovations technologiques, et en particulier la révolution numérique du XXI^e siècle, ont ouvert de nouvelles voies de communication, d'échange et de partage, s'infiltrant dans presque tous les domaines de l'activité humaine. Si le numérique se présente souvent comme un vecteur de rapidité, de fluidité et d'opportunités (Loukou A., 2020, p12), il transforme également des secteurs où son impact était, jadis, limité. L'industrie des jeux de hasard, toujours prompte à s'adapter pour conquérir de nouveaux marchés, a été l'une des premières à investir massivement dans l'Internet, bouleversant les pratiques traditionnelles. Le secteur du pari sportif, en particulier, a connu un essor sans précédent grâce à la démocratisation de l'accès au réseau.

En Côte d'Ivoire, cette dynamique se traduit par une expansion rapide des paris sportifs en ligne. Ce qui était autrefois une activité circonscrite à des points de vente physiques gérés par la Loterie Nationale de Côte d'Ivoire (LONACI) via des offres comme "Pronosport" ou "Sport-Cash", s'est désormais fragmenté et dématérialisé. Une multitude de plates-formes internationales (1Xbet, Bet365, etc.) offre désormais un accès instantané et permanent au jeu, directement via les terminaux mobiles. Pour une population majoritairement jeune (plus de 75 %) et confrontée à des défis socio-économiques, cette activité apparaît souvent, de manière illusoire, comme une activité de résilience ou un moyen d'enrichissement rapide.

Cette transformation n'est pas neutre sur le plan social et spatial. Le passage d'un territoire physique (le kiosque de la LONACI, le bureau de tabac) à un territoire numérique (l'application mobile, le site web) redéfinit non seulement les lieux de pratique, mais modifie également la relation au jeu. La facilité d'accès, l'instantanéité et l'anonymat relatif favorisent l'émergence de comportements problématiques. L'industrie des jeux de hasard reste un des premiers secteurs à avoir investi l'Internet, car en quête de bénéfices, une véritable adaptation à la transformation numérique. Tout particulièrement, le secteur du pari sportif a connu un grand chamboulement avec la démocratisation de l'Internet.

L'expérience de la ville de Yamoussoukro, capitale politique ivoirienne, est révélatrice de ce phénomène, marquée par une tendance quasi-addictive de sa jeunesse aux paris sportifs en ligne. Cet article vise à apporter un éclairage sur les implications socio-spatiales nées de cette migration du jeu vers l'espace virtuel. Il s'agit d'analyser comment le numérique redessine les territoires de l'addiction et met en évidence des disparités spatiales dans la vulnérabilité au jeu. La pertinence de cette étude est double : elle est géographique en démontrant l'existence de fractures territoriales face au

phénomène, et sociale en interpellant les acteurs politiques sur un phénomène urbain contemporain majeur. Nous explorerons la méthodologie de l'étude, avant de discuter comment la digitalisation de la société et l'amour pour le sport se combinent pour créer un nouvel espace où l'addiction trouve un terrain fertile.

1. Méthodologie de l'étude

Le choix de la ville de Yamoussoukro comme terrain d'étude se justifie par sa spécificité : capitale politique dotée d'infrastructures importantes mais confrontée à un déficit d'emplois, elle offre un terrain propice à l'observation de ces phénomènes sociaux liés au manque de perspectives et à l'attrait du gain facile (la figure 1 localise la zone d'étude).

Un total de 150 parieurs a été interrogé. En effet, en l'absence d'une base de sondage exhaustive regroupant l'ensemble des parieurs (population diffuse et partiellement informelle), nous avons opté pour un échantillonnage non-probabiliste par convenance, complété par une approche boule de neige pour atteindre ce nombre de parieurs utilisant exclusivement les plates-formes numériques. Ce choix se justifie par la difficulté d'accès aux données personnelles des parieurs sur les applications mobiles et par le caractère parfois privé de la pratique du pari. C'est une approche adaptée pour toucher une population cible qui fréquente des lieux spécifiques ou des réseaux informels. Ainsi, des enquêtes par questionnaire ont été menées auprès de cette population de parieurs. C'est un outil principal de la démarche quantitative visant à saisir les habitudes de jeu, la fréquence, les sommes engagées et le profil socio-économique des parieurs.

Une observation de terrain a été menée pour établir une typologie des lieux de paris (points de vente physiques traditionnels et espaces de connexion informels) et pour décrypter les stratégies d'accès et de jeu des parieurs. Cela a permis de visualiser l'interaction entre l'espace urbain concret et l'activité numérique. Pour appréhender les disparités spatiales de l'addiction mentionnées dans le résumé, les individus questionnés ont été rencontrés dans six (6) quartiers choisis selon leurs caractéristiques socio-économiques :

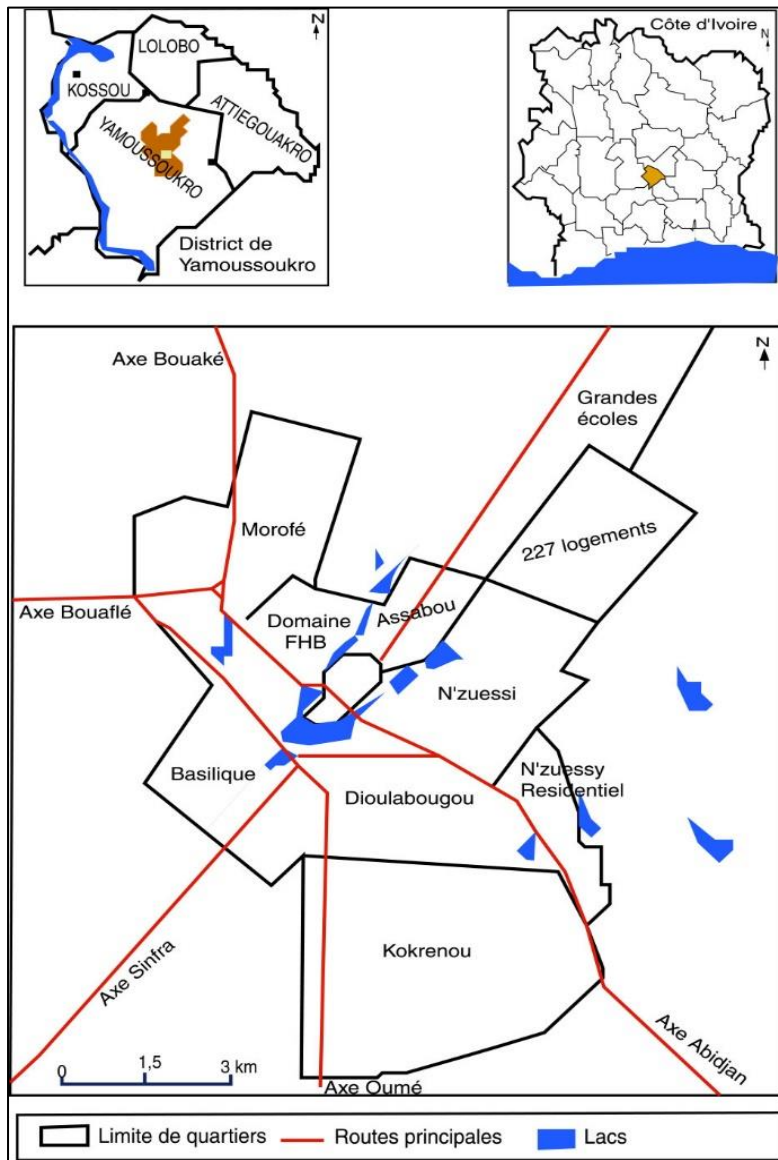
- Quartiers à habitat majoritairement évolutif et bas standing : Dioulabougou, Kokrenou et N'zuessy.
- Quartiers de moyen et haut standing : 227 logements, Grande École et Basilique/Résidentiel.

Cette stratification a permis de croiser les données sur l'addiction avec le niveau de vie et l'environnement urbain immédiat des répondants.

Par ailleurs, des entretiens semi-dirigés ont été menés auprès d'acteurs clés, notamment à la LONACI (Loterie Nationale de Côte d'Ivoire), pour comprendre le cadre institutionnel, l'évolution du marché et la transition vers le numérique du point de vue de l'opérateur historique. Pour affiner la

compréhension des comportements et des interactions sociales autour du jeu, dans les espaces physiques où se retrouvent les parieurs des observations participantes ont été menées.

L'ensemble de cette démarche qualitative et quantitative visait à appréhender les pesanteurs socio-spatiales et économiques à l'origine du développement du pari sportif en ligne, permettant ainsi d'établir un lien solide entre l'évolution du territoire (physique et numérique) et la problématique de l'addiction.



Source : BNETD, 2012

Réalisation : Djomo A., 2025

Figure 1 : Localisation de la ville de Yamoussoukro

2. Résultats

2.1. Approche théorique du pari sportif en ligne

Le soubassement théorique de cette étude prend appui sur la définition du pari sportif en ligne. Une revue de la littérature grise permet de faire ressortir que le pari sportif est un jeu de hasard et d'argent sur la prédiction d'un événement lors d'une rencontre sportive. Il existe de nombreux types de paris, dont les plus simples consistent à parier sur la victoire d'une équipe précise. Les paris sportifs existent depuis longtemps (même si l'origine du premier pari est impossible à dater). On peut penser aux Grecs, inventeurs des Jeux olympiques, où il n'était pas rare que les spectateurs parient entre eux sur les vainqueurs (Decker W. et Thuiller J-P., 2004).

2.2. Le pari sportif en ligne : un phénomène né de la digitalisation de la société et de l'amour pour le sport

L'expansion des paris sportifs a gagné la quasi-totalité du continent africain et la Côte d'Ivoire n'est pas en reste. L'histoire des paris sportifs locaux est relativement récente. En effet, tout démarre avec la création et le lancement dès l'année 2000 de la structure *Pronosport* par la Loterie Nationale de Côte d'Ivoire (LONACI). Elle représente à l'époque la toute première structure de paris en ligne du Pays. Devenue Sport-Cash quelques années plus tard, le « *Bookmaker* » géré par la LONACI va diversifier le paysage des activités de paris en Côte d'Ivoire jusqu'alors limité aux jeux de cartes à gratter (Photo 1) et aux casinos. Avec Sport-Cash (Photo2) les passionnés de jeux peuvent désormais miser sur les rencontres de football national et international. Cette innovation a été possible grâce à la transformation numérique donnant ainsi un pouvoir considérable à la LONACI pour attirer plus de parieurs.

Dans ce sens, Alpha Omar Konaré soulignait déjà dans un discours à Genève le 17 octobre 1996 que : « *aujourd'hui celui qui peut le mieux être présent sur les autoroutes de l'information détient un pouvoir de manipulation considérable* ». Ainsi, avec l'essor du digital et le perfectionnement des technologies mobiles, l'on assiste à un foisonnement de sites de pari sportif. Les paris en ligne se développent en Côte d'Ivoire et sont synonymes de flexibilité et de simplicité.

Photo 1 : Carte à gratter de la LONACI



Source : Djomo A., Avril 2025

Photo 2 : Page d'accueil du site web de la LONACI montrant les paris



Source : Crédit photo tirée du site internet de la LONACI

Plusieurs bookmakers existent aujourd'hui en Côte d'Ivoire. Les plus importants sont : Sportcash, 1Xbet, bet365, Unibet, Winamax, PMUSport, Zebet, Betclic, ParionsSport, Bwin, Netbet, Vbet, etc. L'importance prise par le pari sportif en ligne est liée à l'amour de la jeunesse pour le sport. En effet, les Africains sont de grand admirateur et fanatique de sport. Bien que le football ait le plus grand nombre de fans, le cricket, la boxe, etc ont aussi leur lot de fans. Tout ce qui permet de parier et de gagner de l'argent est le bienvenu. Au Zimbabwe, en Afrique du Sud et au Kenya, le rugby jouit également d'une grande popularité. Les ligues européennes de football en général et les ligues espagnole, anglaise, italienne et française en particulier ont des fans africains par millions.

2.3. Les règles et des terminologies du pari sportif

Le point de départ de tout pari sportif en ligne est l'inscription sur le site du bookmaker. Normalement, pour parier, il faut être majeur. Pour exemple, s'inscrire chez le bookmaker Sportcash prend peu de temps. Une fois sur le site, il est demandé de remplir le formulaire d'inscription Sport cash. Le bookmaker Sportcash met plusieurs moyens de paiement à votre disposition pour effectuer un dépôt pour alimenter votre compte joueur. Il fonctionne comme tout autre bookmaker avec Moov *Money*, MTN Mobile *Money*, Orange *Money*, cartes de débit et de crédit. Ces moyens sont utilisés par le parieur pour alimenter son compte lui permettant de faire des paris. En paris sportifs, les gains de chaque pari sont fonction de la cote définie par le bookmaker. La cote est la probabilité qu'un événement se réalise ou non. Les sites de paris sportifs en ligne déterminent donc la hauteur des cotes en fonction du risque qu'ils encourent. Ils ajustent les cotes en fonction du nombre de parieurs qui ont effectué un pari sur tel ou tel résultat. La cote est donc un coefficient multiplicateur qui est défini par les bookmakers. Elle est liée à des notions de probabilité pour un événement sportif. Si le pari s'avère exact, cette cote sera multipliée par la mise et il obtient le gain. Le format le plus classique de paris sportifs est sous la forme décimale par exemple 1,02 ; 1,10 ou 3,65. Par convention les bookmakers se limitent à deux chiffres après la virgule. Plus la cote se rapproche de 1,00, plus l'événement a de probabilités de se réaliser. Mais plus cette cote est faible, et moins vous dégagerez de bénéfices et de gains. Le bookmaker va multiplier automatiquement la mise par la ou les cotes afin que le parieur puisse visualiser directement le gain espéré pour un pari. S'il est satisfait, il pourra valider en appuyant sur confirmer. La photo montre des matches de ligue des champions proposés par Sportcash.

Photo 3 : Page d'accueil du site de pari Sportcash

Ligue des Champions UEFA			
27/07/2021			
×	07:00	Omonia Nicosie vs Dinamo Zagreb	+89 >
		Omoni... 3.48	Match... 3.33
			Dinam... 1.8
×	07:00	HJK Helsinki vs Malmö FF	+89 >
		HJK H... 3.14	Match... 3.26
			Malmö... 1.93
×	07:00	Flora Tallinn vs Legia Varsovie	+90 >
		Flora T... 4.01	Match... 3.57
			Legia ... 1.64
×	08:00	Vilnius FK Zalgiris vs Ferencvaros	+89 >
		Vilnius... 3.43	Match... 3.46
			Feren... 1.78

Source : Crédit photo tirée du site internet de la LONACI

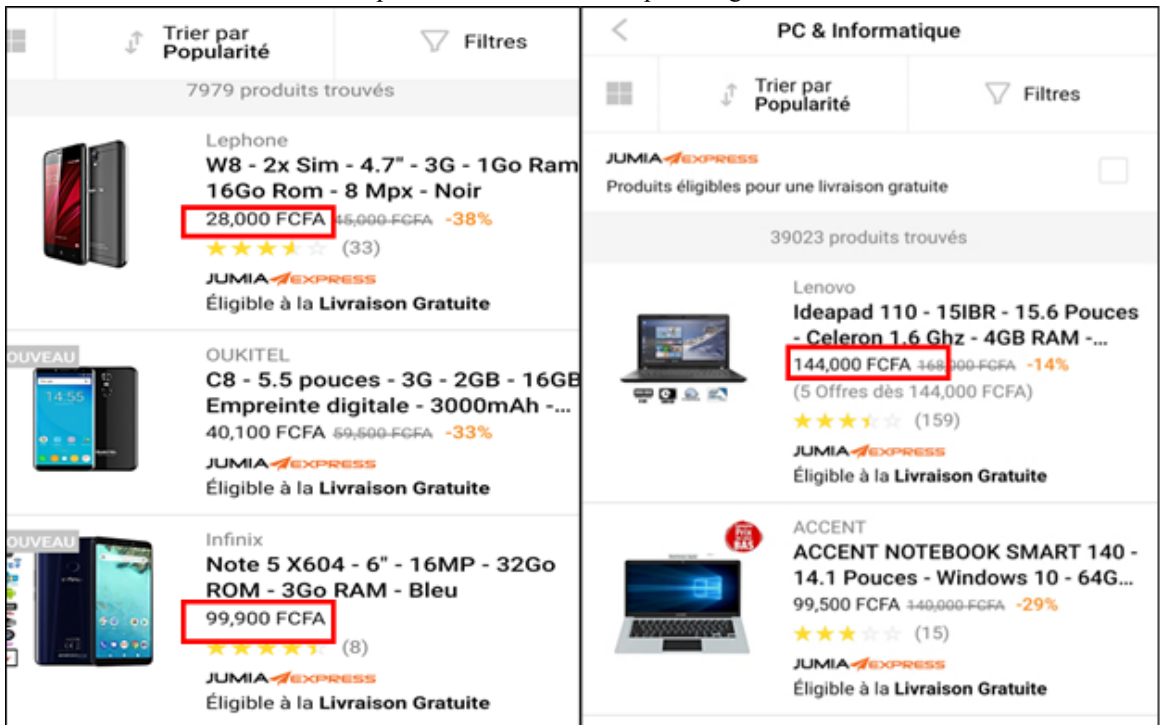
Dans cet exemple tiré nous avons choisi un match de ligue des champions proposé par le bookmaker sportcash (Match Omonia Nicosie vs Dinamo Zagreb). On va partir du principe que le parieur misera 500 FCFA sur ce pari 1N2, dès lors les différentes possibilités sont assez simples à comprendre. Si le parieur fait le choix de miser sur une victoire du Dinamo Zagreb, et si ce dernier remporte effectivement le match, il empochera $500 \times 1,8$ soit 900 FCFA. En déduisant la mise, il bénéficie donc de 400 FCFA. C'est toujours mieux que rien, mais le parieur a la possibilité de miser sur plusieurs matchs. S'il joue le match nul, dans ce cas-là, et en cas de bon résultat il touchera $500 \times 3,33 = 1665$ FCFA, soit 1165 FCFA de bénéfice. En revanche s'il tente la victoire des visiteurs : là en cas de bon résultat il pourra encaisser $500 \times 3,48 = 1740$ FCFA. Généralement, la cote élevée proposée par le site signifie que les chances de victoire d'Omonia Nicosie sont minces. Les gains sont donc fonction de la cote et de la mise (à partir 100 FCFA sur sportcash).

2.4. Le smartphone : un outil indispensable au pari mobile

Avec le développement des technologies mobiles, il est maintenant possible de parier sur tous les sports et en ligne. Le téléphone (le smartphone) est une technologie qui fascine. Il est une technologie bien intégrée dans le quotidien des parieurs. 53,75 % des enquêtés a un smartphone contre 08,75% possédant un ordinateur à domicile. Le téléphone intelligent est donc plus

accessible que l'ordinateur. Cela résulte du prix pratiqué sur le marché, à son caractère pratique (usage en mobilité, transportable partout et à tout temps) et de l'avènement des réseaux sociaux numériques. En effet, les prix des smartphones pratiqués sur le marché sont généralement inférieurs aux prix des ordinateurs. Une comparaison de ces prix sur le site de Jumia (un site de commerce électronique) illustre que de façon générale les prix des ordinateurs sont supérieurs au prix des smartphones (Photo 4).

Photo 4 : Capture d'écran de la boutique en ligne Jumia en 2020



Source : Crédit photo tirée du site internet de Jumia.ci

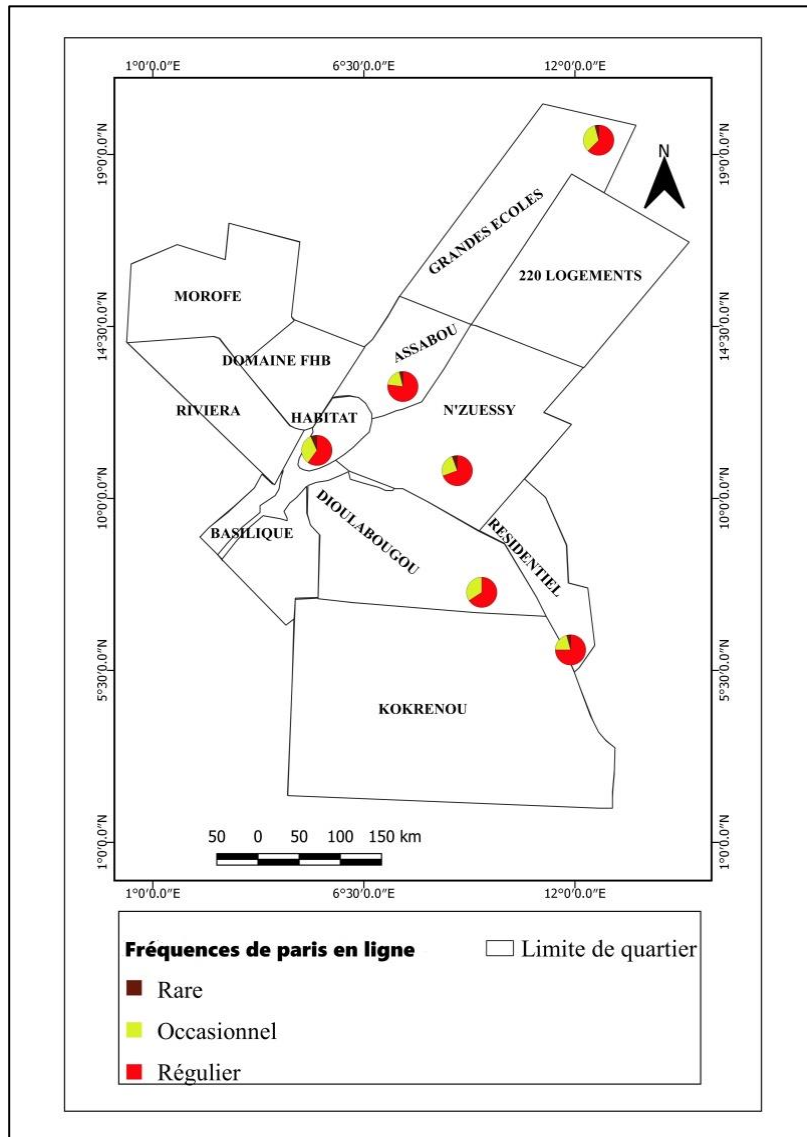
Les smartphones vendus sont de par leurs caractéristiques pratiquement de mini-ordinateurs de poche pour les utilisateurs. Leur prix varie de 28000 FCFA voire moins à plus de 100000 FCFA contrairement aux ordinateurs portables qui ont des prix qui tournent autour de 100000 FCFA voire plus. Cette différence de prix, le caractère pratique du téléphone mobile et le développement des réseaux sociaux numériques confèrent à ces appareils nomades une popularité auprès des parieurs. L'évolution de ce moyen de communication est aujourd'hui une dynamique irréversible. Elle s'est faite à une vitesse qu'elle a pénétré toutes les couches de la population. Le téléphone mobile est devenu plus particulièrement en Afrique un véritable compagnon de l'homme à telle enseigne que Cheneau-Loquay A. (2010) soulignait qu'il est une vraie révolution digitale sur ce continent. Le progrès de la technologie

a donné naissance aux téléphones mobiles et autres appareils nomades plus intelligents. Ces outils de communication sont devenus de nouveaux types de matériels hybrides dont les capacités sont situées entre l'ordinateur portable et l'assistant numérique PDA (Personnel Digital Assistant) (Mian B., 2012). Avec un nombre grandissant de fonctions, le mobile permet aux utilisateurs de s'adonner à un chapelet de pratiques : SMS (Short Message Service), MMS (Multimédia Messaging Service), téléchargements, caméra, Facebook, YouTube, etc. Des téléphones aujourd'hui peuvent pratiquement tout faire même des tâches qui étaient possibles que sur l'ordinateur. Ainsi, de la manière que l'ordinateur permet d'apprendre, ces appareils intelligents se présentent aujourd'hui comme de nouvelles opportunités pour les adeptes du pari sportif mobiles.

2.5. Le plaisir du sport, la recherche de gains et la sociabilité

L'analyse du développement du pari en ligne à Yamoussoukro apparaît édifiante. Elle est une « ville planifiée » caractérisée par la présence de plusieurs images symboles : basilique Notre-Dame de la Paix, l'Institut National Polytechnique Houphouët-Boigny (INP-HB), de larges avenues, le lac aux caïmans. Ces symboles contribuent à forger l'image de ville exceptionnelle faisant de cette localité une destination touristique. Mais au-delà de cette image, cette ville qui a longtemps été privée d'investissements industriels se trouve aujourd'hui victime de ce choix. Elle est confrontée à un problème d'emplois urbains. En effet, Yamoussoukro enregistre un taux de pauvreté de 56 %, une faible part d'emplois salariés (14 %). Ces taux sont l'expression des difficultés socio-économiques que rencontre la ville de Yamoussoukro aujourd'hui. Dans ce sens, Linge I. (2018) soulignait que plus de 200 millions de personnes en Afrique ont entre 15 et 24 ans et un grand nombre d'entre elles n'ont pas d'emploi. Certains pays africains ont un taux de chômage qui atteint 25% et un niveau de sous-emploi qui frôle les 90%. En outre, on estime que la population d'Afrique deviendra deux fois plus importante d'ici 2050 et que le continent aura la plus grande population de jeunes au monde. Le secteur des paris sportifs donne à ces jeunes l'espoir de gagner en profitant de leurs événements sportifs favoris. Loin d'être un cas isolé, le développement de ce phénomène à Yamoussoukro révèle que 85% des parieurs ont un âge compris entre 18 à 40 ans et 05% ont moins de 18 ans donc mineurs. Cette réalité est vécue en France. Pour l'Observatoire Français des Drogues et des Toxicomanies (2017), le nombre des jeunes âgés de 17 ans qui déclarent avoir fait un pronostic en ligne a doublé entre 2011 et 2017. Une chose assez possible, car les mineurs affirment mentir sur leur âge lors de l'inscription sur le site du bookmaker. Car même si, officiellement, il faut avoir 18 ans pour parier, il est en réalité assez simple pour un mineur de mentir sur son âge, surtout depuis que tout se fait sur Internet.

Au-delà de leur passion pour le sport, pour 96 % des enquêtés le gain tiré leur sert principalement à la satisfaction des besoins personnels (alimentation, soins de santé, etc.), 84.8% estiment qu'il est principalement une source annexe de revenu. Kimou, un élève, souligne que le pari lui permet de subvenir à un certain nombre de besoins primaires, d'avoir de l'argent. Il le fait depuis 4 ans et sans l'accord de ses parents et ne compte pas y renoncer. Il existe une persistance dans ce jeu de hasard. Les données recueillies auprès des parieurs nous donnent une lecture de l'addiction au pari en ligne (Figure 2).



Source : BNETD, 2012

Réalisation : Djomo A., 2025

Figure 2 : Fréquences de pari sportif à Yamoussoukro

Une lecture des fréquences de pari chez les parieurs révèle que de façon générale 80,66 % des joueurs parient de manière régulière contre 14,68 % de parieurs occasionnels et 04,66% de personnes qui parient rarement. Parmi les joueurs réguliers, le plus grand nombre se retrouve dans les quartiers N'zuessy, Assabou et Dioulakro (Dioulabougou). Ces quartiers regroupent plus de 50 % de joueurs réguliers. Cette réalité réside dans le fait que par observation ces quartiers regroupent un grand nombre de ménages et sont des lieux d'affluence. C'est ce qui explique la grande présence de joueurs réguliers à Dioulabougou et N'zuessy. La caractéristique sociale des quartiers est aussi à mettre parmi les facteurs influençant la présence de parieurs réguliers. Ces parieurs sont rencontrés dans les quartiers habitat majoritairement évolutif et bas standing comme Dioulabougou et N'zuessy.

Par ailleurs, avec le pari sportif en ligne, on assiste à la naissance d'une nouvelle famille de parieurs. Ce constat se superpose à celui de Lago A. (2020). En effet, elle souligne que le processus de socialisation et de construction des identités dans les groupes et les cercles de parieurs sont des réalités sociales en constante restructuration dans les réseaux de relations tissées dans le cadre du jeu ou même en dehors. Ces processus fabriquent chez les parieurs des attitudes, une adhésion aux normes, codifient les formes d'usage des gains dans le moule des sociabilités partagées antérieurement. Ainsi au sein des espaces de jeu, l'accès à l'information, l'apprentissage des techniques et stratégies de jeu, etc. se transmettent généralement dans les cercles et groupes de pairs.

2.6. Quand l'emplacement des lieux de pari obéit à une logique

La société du savoir promise dans les années 1970, vantée dans les 1980 et envisagée dans les années 1990 avec un respect mêlé de crainte et d'incrédibilité, est devenue au XXI^e siècle une réalité incontournable. L'entrée tant vantée de l'Afrique dans la société de l'information repose principalement sur les chiffres de la pénétration du téléphone mobile. Pour ce qui est de l'Internet, les chiffres demeurent particulièrement bas. Alzouma G. (2008) estime que les coûts élevés et les problèmes de formations rendent l'accès à Internet plus difficile en Afrique. Loukou A. (2012), évoque le rôle des facteurs géographiques dans la diffusion de l'Internet. Au regard de tout cela, l'accès à Internet, poumon de l'actuelle révolution est problématique en Afrique malgré la croissance du nombre d'internautes et sa diffusion progressive. L'Internet n'est donc pas à la portée de tout le monde (Niang A., 2009). Ainsi, pour ceux qui n'ont pas accès ou difficilement à cet outil, le pari sport dans des espaces jeu ou espace pari se présente comme la solution.

Photo 5 : Parieurs devant un poste de pari en 2021



Source : DJOMO A., 2025

L'installation de ces espaces pour la plupart sur le trottoir, dans les gares routières, carrefours, centre-ville répond à la volonté de se rapprocher du mouvement des citadins. Tout espace libre est un lieu potentiel d'installation. Dans la quête de rentabilité, ils doivent s'installer à des endroits pouvant leur permettre d'être plus visibles. Pour ceux qui ne s'installent pas sur le trottoir, il existe néanmoins des pancartes de signalisation de l'existence de leur activité sur pratiquement toute la largeur du trottoir. Ces affiches ou pancartes sont visibles au bord des voies passantes, car elles bénéficient du trafic ou d'une clientèle élargie.

3. Discussion

Le passage au numérique ne crée pas seulement de nouveaux points d'accès ; il fragilise les mécanismes de contrôle et de régulation sociale. Dans l'espace physique, l'acte de jouer était visible, souvent socialisé dans un lieu dédié. Dans l'espace numérique, le jeu devient une activité individuelle, cachée, favorisant l'isolement et la perte de contrôle, étapes clés vers l'addiction. Le territoire numérique, par son accessibilité illimitée, devient un espace de vulnérabilité accrue.

Musso P. (2008) caractérise le rapport entre les TIC et l'espace. Par territoire numérique, il évoque la naissance d'un nouvel espace sous l'influence des TIC à côté de l'espace physique. Aussi, modifient-ils notre perception des distances en permettant les relations quasi instantanées entre acteurs physiquement éloignés. Dorénavant, nous sommes en présence de deux territoires l'un physique combiné à l'autre virtuel né de l'introduction des TIC. Ainsi, les territoires sont de plus en plus aménagés par les réseaux et ces réseaux numériques sont des facteurs nouveaux de rééquilibrage territorial indispensable à une croissance économique. Les technologies numériques apparaissent comme des facteurs de production territoriale.

Le pari sportif est passé d'un simple jeu à une véritable stratégie de survie sociale. Le numérique a permis une flexibilité et simplicité qui renforce l'illusion de contrôle et l'addiction. Bien que le pari soit devenu numérique (dématérialisé sur smartphone), il conserve un ancrage physique fort via les kiosques installés sur les trottoirs et dans les gares routières pour capter le flux des citoyens.

3.1. La révolution numérique comme vecteur de pouvoir et d'aliénation

La transformation numérique a donné un « pouvoir de manipulation considérable » aux opérateurs de jeux. Cette observation s'appuie sur la vision d'Alpha Omar Konaré, qui dès 1996, avertissait que la maîtrise des « autoroutes de l'information » deviendrait un enjeu de pouvoir majeur. Dans le contexte ivoirien, cette puissance se traduit par une infiltration du numérique dans des secteurs inattendus comme les jeux de hasard. Cet article rejoint ici Loukou A. (2020) sur l'idée que le numérique modifie profondément les modes de vie humains en apportant fluidité et rapidité là où régnait la lourdeur physique.

3.2. Le smartphone : « l'outil hybride » de la dépendance

L'hybridation permet aux jeunes parieurs de transformer un outil de communication en une plateforme de gain financier permanent. Cela souligne le rôle central du smartphone, qualifié de véritable « révolution digitale » sur le continent africain par Cheneau-Loquay A. (2010). Le mobile est devenu un compagnon indispensable, plus accessible et pratique que l'ordinateur. Pour Mian B. (2012), ces appareils comme des matériels hybrides dont les capacités se situent entre l'ordinateur et l'assistant numérique personnel.

3.3. La Sociabilité et la construction identitaire par le jeu

On assiste à l'émergence d'une nouvelle famille de parieurs. Ce constat s'aligne sur les recherches de Lago A. (2020), qui démontre que le pari sportif crée des processus de socialisation et de construction d'identités au sein

de groupes de pairs. Le jeu n'est plus une activité isolée, mais un cercle de relations où s'apprennent les stratégies et se codifient les normes d'usage des gains. Cette dimension sociale est renforcée par le paradoxe de l'accès : comme l'indiquent Alzouma G. (2008) et Niang A. (2009), l'Internet reste difficile d'accès pour certains en raison des coûts élevés. Cela justifie le maintien d'espaces physiques (kiosques) qui répondent à une logique de visibilité et de proximité avec le mouvement des citoyens.

Conclusion

Les résultats de cette étude mettent en évidence l'engouement de la population pour les sports. Cela s'explique par les sensations qu'ils font ressentir. Le sport a alors une « âme », capable de faire frissonner et frémir. Ainsi, deux conclusions peuvent être tirées de cette étude. D'une part, le développement de l'internet a fait naître dans le domaine des jeux hasard une multitude de bookmakers opérant sur le territoire ivoirien. D'autre part, l'engouement pour le sport a permis d'assister à un nouveau phénomène de société qu'est le pari sportif en ligne adopté par une bonne partie de la population. Cette augmentation de popularité des sports profite également aux différents pays à travers des activités annexes générées comme les paris sportifs. Avec la grande médiatisation du sport et le développement de l'Internet, les paris sportifs prennent un essor sans précédent.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

Déclaration relative aux participants humains : Cette étude a été approuvée par l'Université Peleforo Gon Coulibaly de Korhogo et les principes de la Déclaration d'Helsinki ont été respectés.

References:

1. Charpentier A. (2019), petite histoire des paris sportifs, <http://variances.eu/?p=4048> CHENEAU-LOQUAY A. (2004), « Comment les NTIC sont-elles compatibles avec l'économie informelle en Afrique. », in Annuaire français des relations internationales 2004, volume v, Paris, la documentation française et Bruylant, pp 354-375.

2. Cheneau-Loquay A. (2004), *Mondialisation et technologie de la communication en Afrique*, Karthala, Paris, 322 p.
3. CHENEAU-Loquay A. (2012), « La téléphonie mobile dans les villes africaines. Une adaptation réussie au contexte local », in *L'Espace géographique* 2012/1 (Tome 41), Belin, Paris, pp 82-93.
4. Decker W. et Thuillier J-P., (2004), *le sport dans l'antiquité*. Picard.
5. Dietschy P. et Clastres P., (2006), *Sport, société et culture en France du XIXe siècle à nos jours*. Hachette, Carré Histoire.
6. Forrest D. et Pérez L., (2013), *the Football Pools in The Oxford Handbook of the Economics of Gambling*, 147-162
7. Forrest D., (1999), *the Past and Future of the British Football Pools*. *Journal of Gambling Studies*, 15 :2, 161-176.
8. Gnamien G., (2002), *Téléphonie mobile, modes d'appropriation et de structuration de l'espace urbain : exemple de la ville d'Abidjan*, DEA de géographie, Université Michel de Montaigne Bordeaux II, 105p.
9. Jeune Afrique, (2014), « Dossier TIC », in *Jeune Afrique* n° 2809 du 09 au 15 novembre 2014, pp76-95.
10. Loukou A.F, (2020), *Les mutations dans le secteur des télécommunications en Côte d'Ivoire et leurs implications*, <https://doi.org/10.4000/rfsic.660>
11. Vigarello G., (2004), *Le sport est-il encore un jeu ?* , *Sciences Humaines*, no 152

Sentiment d'insécurité et stratégies d'adaptation carcérale des détenus à la Maison d'arrêt et de correction de Dimbokro

Fale Bi Youan Severin

Doctorant en criminologie, UFHB, Cote d'Ivoire

Zady Casimir

Maître de conférences en criminologie, UFHB, Cote d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2026.v22n11p138](https://doi.org/10.19044/esj.2026.v22n11p138)

Submitted: 02 February 2026

Accepted: 15 April 2026

Published: 30 April 2026

Copyright 2026 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Fale Bi Youan, S., & Zady, C. (2026). *Sentiment d'insécurité et stratégies d'adaptation carcérale des détenus à la Maison d'arrêt et de correction de Dimbokro*. European Scientific Journal, ESJ, 22 (11), 138. <https://doi.org/10.19044/esj.2026.v22n11p138>

Résumé

L'insécurité dans les prisons en Côte d'Ivoire devient un sujet d'intérêt. L'objectif de cette étude consiste à analyser le sentiment d'insécurité des détenus et les stratégies d'adaptation qu'ils développent à la Maison d'Arrêt et de Correction de Dimbokro (MAC). Ainsi, la méthodologie adoptée dans cette étude qualitative réside dans le recours à la recherche documentaire, à deux entretiens semi-directifs individuels à l'aide d'un guide d'entretien, à une observation directe non participante menée à la MAC de Dimbokro et à un test psychologique, l'Échelle du Sentiment d'Insécurité Carcérale (ESIC), soumis à la population cible. L'échantillon de cette étude est estimé à 31 individus. En termes de méthodes de recherche et d'analyse de données, nous avons utilisé la phénoménologie comme méthode de recherche et l'analyse mixte comme analyse des données. Les résultats reposent sur la description du sentiment d'insécurité chez des détenus à la MAC de Dimbokro à travers l'analyse de leurs manifestations. Celles-ci se caractérisent par une méfiance généralisée, des discours anxieux à la perception de la menace et la peur des agressions physiques. Ainsi, pour faire face au sentiment d'insécurité ressenti par des détenus, ceux-ci adoptent des stratégies d'adaptation telle l'agressivité défensive, l'évitement et isolement volontaire, la recherche d'alliances protectrices, le repli identitaire, la religion, la négociation et compromis avec les figures de pouvoir et la création de routines et d'occupation du temps. En termes de proposition de solution, quelques-unes ont été faites.

Mots clés : Prison, Stratégie d'adaptation, Sentiment d'insécurité, Violence, détenu

Feelings of Insecurity and Prison Adaptation Strategies Among Inmates at the Dimbokro Detention and Correctional Center

Fale Bi Youan Severin

Doctorant en criminologie, UFHB, Cote d'Ivoire

Zady Casimir

Maître de conférences en criminologie, UFHB, Cote d'Ivoire

Abstract

Insecurity in Ivorian prisons is becoming a growing concern. The objective of this study is to analyze the sense of insecurity among inmates and the coping strategies they develop at the Dimbokro Detention and Correctional Center (MAC). The methodology adopted in this qualitative study consists of a literature review, two semi-structured individual interviews using an interview guide, direct non-participant observation conducted at the Dimbokro MAC, and a psychological test, the Prison Insecurity Feelings Scale (ESIC), administered to the target population. The sample size for this study is estimated at 31 individuals. In terms of research methods and data analysis, we used phenomenology as our research method and mixed methods for data analysis. The results are based on a description of the sense of insecurity among inmates at the Dimbokro MAC through an analysis of its manifestations. These situations are characterized by widespread mistrust, anxious discourse regarding perceived threats, and fear of physical aggression. Thus, to cope with the sense of insecurity felt by detainees, they adopt adaptive strategies such as defensive aggression, avoidance and voluntary isolation, the search for protective alliances, withdrawal into identity, religion, renegotiation and compromise with power figures, and the creation of routines and ways to occupy their time. Several proposed solutions have been put forward.

Keywords: Prison ; Coping strategies; Feeling of insecurity; Violence ; Inmate

I. Introduction: quelques repères théoriques

Dans les nations africaines, les établissements pénitentiaires font habituellement face à d'importants problèmes structurels tels que la

surpopulation dans les prisons, l'insuffisance des infrastructures et la pénurie de ressources tant humaines que matérielles. Ainsi, selon, le un rapport du Comité international de la Croix-Rouge paru en 2024, les établissements pénitentiaires africains présentent un taux moyen d'occupation d'environ 170 %, révélant une surpopulation chronique.

Ces circonstances conduisent à une détention dégradée, marquée par un manque d'hygiène, un accès restreint à l'eau potable et une déficience en matière de programmes de réinsertion. De plus, beaucoup de prisons en Afrique, souvent issues de l'époque coloniale, ne correspondent plus à l'évolution démographique et aux exigences modernes concernant le respect des droits de l'homme. Ainsi, cette inadéquation structurelle favorise l'émergence de tensions internes, accentuant les risques de violence entre détenus et contribuant à un climat général d'insécurité.

La prison, institution universelle de contrôle social, occupe une place centrale dans les systèmes judiciaires contemporains. À travers le monde, elle se présente comme une réponse privilégiée des sociétés modernes à la criminalité et à la déviance. Ainsi, l'enfermement vise à punir, protéger la société et favoriser la réinsertion des détenus.

Cependant, au regard des conditions de détention dans les prisons, de nombreux rapports internationaux, notamment ceux de Aeschlimann (2025) du Comité International de la Croix-Rouge (CICR), de Romenzi (2024) du Comité contre la torture de l'ONU et d'Amnesty International (2021), soulignent que les conditions de détention sont souvent marquées par la surpopulation, l'insalubrité, la violence et un déficit de respect des droits humains. Dès lors, la réalité carcérale dépeinte dans ces rapports, constitue un facteur d'insécurité croissant en ce lieu. Selon Wacquant, (2021) et Chantraine, (2020), les prisons, se trouvent confrontées à des critiques persistantes. Ils estiment que la surpopulation carcérale, la précarité des conditions de détention, la violence endogène et la faiblesse des dispositifs de réinsertion sont autant de défis à relever dans les pays.

Des travaux récents en criminologie mettent en évidence l'expérience carcérale des détenus. Selon Liebling (2020), l'expérience carcérale ne se limite pas aux seules privations matérielles, mais englobe aussi le vécu subjectif des détenus et leur perception de la sécurité dans un espace marqué par la promiscuité et les rapports de domination. Quant à Rostaing (1997), elle met l'accent sur l'influence de la prison sur le prisonnier. Pour elle, bien que la prison ait pour mission de transformer un individu inadapté social en un individu réinséré socialement, elle demeure en réalité, un endroit d'exclusion temporaire qui imprime sur les détenus la marque d'un stigmata.

La violence est une composante du milieu carcéral. Elle y est permanente. C'est en cela que Mashev (2013) parle de violence contextuelle. Selon lui, les violences en milieu carcéral naissent souvent des relations

détenus-gardiens et détenu-détenu d'une part et des conditions très pénible de détention.

En s'intéressant à l'inobservance des droits des détenus et leur impact sur le sentiment d'insécurité des détenus dans les prisons ivoiriennes, Goba et Zady (2017) montrent que la quasi inapplicabilité des droits élémentaires des détenus dans les prisons ivoiriennes, ajouté à l'insuffisance de moyens nécessaires à leur prise en charge concourent au développement du sentiment d'insécurité chez de nombreux détenus. Ces travaux montrent que la violence qui est une réalité en prison, génère une perception d'insécurité chez nombre de détenus.

Il ressort de l'analyse de la littérature criminologique que l'environnement carcéral, fortement stressant est caractérisé par des privations sociales, la perte d'autonomie, la séparation familiale et l'exposition à la violence. Dans ce contexte, les détenus doivent mobiliser des stratégies d'adaptation afin de maintenir leur équilibre psychologique et social.

Ainsi, face à cette insécurité persistante dans les prisons, les détenus développent des stratégies d'adaptation définies comme des comportements de survie et de régulation face aux contraintes d'un univers disciplinaire et coercitif. Ainsi Combessie (2009), portant un regard critique sur les stratégies d'adaptation carcérale, estime que certains détenus développent des stratégies pour pouvoir survivre en prison. Quant à Toch (1992), il montre que les stratégies d'adaptation carcérale visent à réduire le stress, la souffrance psychique et le sentiment d'insécurité ressenti par les détenus.

Wooldredge (1998) en analysant les modes de vie et les routines quotidiennes des personnes incarcérées atteste que les caractéristiques démographiques comme l'âge et la gravité de l'infraction sont des prédicteurs importants du risque de victimisation pendant l'incarcération. Certains auteurs comme Porporino et Zamble (1984) affirment que la manière dont les prisonniers perçoivent l'incarcération influence fortement leurs stratégies d'adaptation et leurs trajectoires comportementales en prison. Ainsi pour Lazarus et Folkman (1984), l'adaptation dépend de l'évaluation cognitive de la situation par l'individu et des ressources disponibles pour y faire face. Pour ces auteurs, l'adaptation carcérale résulte d'une interaction entre facteurs individuels mettant en relief la personnalité, l'histoire de vie, la durée de peine des détenus et les facteurs institutionnels telles les conditions de détention, les programmes de réhabilitation. Ils considèrent l'emprisonnement comme situation de stress extrême.

Abondant dans le même sens que Lazarus et Folkman, Skowroński et Talik (2018) considèrent que les stratégies d'adaptation en milieu carcéral visent à agir directement sur la situation stressante ou à développer des ressources pour mieux la gérer. Ainsi, les auteurs montrent que les détenus qui adoptent des stratégies actives comme la planification, recherche de soutien

social ou l'engagement dans des activités structurées, présentent un niveau de bien-être psychologique et de qualité de vie plus élevé.

Katarzyna, Fanarraga et Cronin (2022) mettant en exergue l'importance du lien social, montrent que le maintien des relations sociales constitue un facteur déterminant en matière de stratégie d'adaptation carcérale. Aussi, attestent-ils que les contacts des détenues avec leur famille, les lettres et les communications extérieures jouent un rôle fondamental dans l'adaptation psychologique à l'incarcération ?

L'analyse de cette littérature de qualité sur le thème d'étude permet d'établir une relation entre le sentiment d'insécurité développé par les détenus et les stratégies d'adaptation carcérale. De ce fait, face à ces observations, nous pouvons dire que les conditions de vie carcérale se présentent comme un élément essentiel dans l'émergence des violences en milieu pénitentiaire. Dès lors, il se pose le problème de comprendre comment ce sentiment d'insécurité influence les comportements et les stratégies d'adaptation développées par les détenus en milieu carcéral. L'interrogation qui fait jour est formulée comme suit : Les stratégies d'adaptation carcérale développées par les détenus leur permettent-ils de surmonter le sentiment d'insécurité ressenti ?

L'objectif général de cette étude est d'analyser le lien entre le sentiment d'insécurité ressenti par des détenus et les stratégies d'adaptation carcérale à la Maison d'Arrêt et de Correction de Dimbokro. Il se décline en 2 objectifs spécifiques :

- Identifier et analyser les manifestations du sentiment d'insécurité chez les détenus à la Maison d'Arrêt et de Correction de Dimbokro.
- Examiner les différentes stratégies d'adaptation carcérale développées par les détenus en réponse au sentiment d'insécurité.

Au regard de ces objectifs visés, l'hypothèse général se formule comme suit : Le sentiment d'insécurité vécu par les détenus à la Maison d'Arrêt et de Correction de Dimbokro favorise le développement de diverses stratégies d'adaptation individuelles et collectives visant à assurer leur protection et leur survie dans l'environnement carcéral.

Celle-ci se décline en 2 hypothèses spécifiques :

- Le sentiment d'insécurité chez les détenus se manifeste par des comportements psychosociaux tels que la méfiance, la peur des agressions physiques, le repli sur soi et les discours anxieux.
- Face au sentiment d'insécurité, les détenus développent des stratégies d'adaptation individuelles et collectives, notamment l'évitement, l'isolement volontaire, la recherche d'alliances protectrices, l'affiliation religieuse et la négociation avec les figures de pouvoir.

Cette étude est adossée à la théorie de la vulnérabilité carcérale De Araújo et coll. (2011). Elle met l'accent sur la fragilité psychologique, sociale et identitaire des personnes incarcérées, liée aux conditions de détention et aux interactions institutionnelles. Selon cette perspective, la vulnérabilité carcérale renvoie à une situation de fragilité multidimensionnelle chez les détenus, marquée par la détresse psychologique, la perte d'estime de soi et la dépendance, pouvant entraîner des souffrances et des troubles mentaux pendant l'incarcération. Cette théorie aide à analyser les stratégies d'adaptation carcérale mises en place par les détenus et qui sont des réponses à la vulnérabilité dont ils sont objet.

II. Methodologie

2.1. Terrain et population d'étude

Cette étude se déroule dans la ville de Dimbokro, située au Centre-Est de la Côte d'Ivoire précisément à la Maison d'Arrêt et de Correction de la localité. Le choix de cette prison résulte de sa réputation de prison où les conditions de détention et de vie sont très difficiles à la limite déshumanisantes. C'est une prison de haute sécurité qui suscite une hantise pour tous détenus qui doit y séjourner. Aussi, à l'instar des autres prisons de Côte d'Ivoire, elle est surpeuplée

Concernant la population d'étude, elle est composée de détenus adultes qui sont condamnés pour les uns et en préventive pour les autres. Leur choix résulte du fait qu'ils sont la cible donc au cœur du projet. Ce sont eux qui ressentent le sentiment d'insécurité et développent des stratégies d'adaptation carcérale. Ils sont donc au cœur de l'action. Il y a également les surveillants et les agents du personnel socioéducatif. C'est la population secondaire. Leur choix se justifie par le fait qu'ils sont en contact permanent avec les détenus et maîtrisent la réalité carcérale.

L'échantillon de cette étude a été constitué à partir de la technique d'échantillonnage du choix raisonné. Elle résulte de la spécificité de la population d'enquête et du cadre de l'étude, la Maison d'Arrêt et de Correction de Dimbokro. Soulignons que les détenus ne sont pas toujours disponibles pour participer à l'enquête. Il a fallu user de persuasion et surtout de mise en confiance pour que des détenus part n'étant pas toujours disponibles pour participer à l'enquête. Ce sont ceux qui ont volontairement accepté d'accompagner la réalisation de ce travail qui se sont prêtés au jeu.

L'échantillon s'élève à 31 individus répartis comme suit : 25 détenus dont 14 détenus en préventive et 11détenus condamnés, 5 surveillants pénitentiaires et 01 agent du service socioéducatif.

2.2. Techniques de collecte de données

Elle repose sur la recherche documentaire qui a permis d'obtenir des informations nécessaires à l'analyse de la thématique. Ainsi, ce sont les dossiers pénaux des détenus que nous avons consulté en vue de connaître le profil des détenus. Puis nous avons consulté des documents comme des livres, articles, rapports et thèses en lien avec le thème de recherche au sein des bibliothèques numériques, physique et autres moteurs de recherche. Nous avons eu recours à des entretiens semi-directif individuel avec les détenus et la population secondaire. Cela a permis de recueillir des données importantes issus des échanges. Au cours de ses entretiens, les détenus ont expliqué le contexte de leur entrée en prison, le temps de détention, les conditions d'enfermement et les stratégies mobilisées pour s'adapter. Les entretiens avec chaque participant ont duré approximativement 45mn. L'entretien semi-directif avec les détenus, a été possible grâce à un guide d'entretien dont les items sont : Durée de détention, condition de détention et Stratégies adaptation. Les échanges se sont déroulés dans une salle du service socioéducatif et en présence d'un éducateur. Quant aux échanges avec la population secondaire (surveillants et agent de service socio-éducatif), elles ont porté sur les relations interpersonnelles détenus/agent pénitentiaire.

Aussi, avons-nous utilisé le test psychologique qu'est l'Échelle du Sentiment d'Insécurité Carcérale (ESIC) pour mesurer le niveau d'insécurité quotidien ressenti par les détenus en milieu carcéral. Ce test psychologique s'articule autour de 4 dimensions (Insécurité physique, Insécurité relationnelle et sociale, Insécurité institutionnelle et Insécurité psychologique). Les variables et le codage (SPSS) indiquent les indicateurs suivants :

Agressivité défensive : 1=Faible ;2=Modérée ;3=Élevée et le Sentiment d'insécurité : 1 = Faible ; 2 = Modéré ; 3 = Élevé.

Nous avons eu aussi recours à l'observation directe non participante pour mieux apprécier de visu la réalité du terrain d'étude. Cela s'est manifesté par notre présence sur le terrain d'étude pendant une période de 3mois (Mars à Mai 2024).

2.3. Méthodes de recherche et d'analyse des données

Au regard de la dimension qualitative de la recherche, nous avons privilégié la méthode phénoménologique dont le postulat repose l'expérience personnelle à savoir le vécu personnel, l'histoire de vie des acteurs notamment les détenus. Elle permet de centrer nos analyses sur l'expérience, les témoignages, les verbatims de ceux-ci, afin d'en dégager les aspects les plus significatifs. En termes, de méthode d'analyse, nous avons eu recours à l'analyse de contenu. Ainsi, les données ont d'abord été transcrites, puis les éléments non pertinents ont été éliminés sur la base de l'objectif et du guide d'entretien. Ensuite, un exercice de codage et de catégorisation des thèmes a

permis d'identifier la récurrence de certains codes et d'examiner leurs interconnexions.

Les catégories sélectionnées étaient : « temps d'emprisonnement », « violence », « insécurité », « insalubrité », « épreuves », « adaptation ». Suivant cette étape, la lecture du discours des participants (mots, phrases) a permis d'attribuer les catégories aux extraits de texte pertinents et associées à une ou plusieurs catégories. Les données qualitatives ont été transformées en information significatives, aidant ainsi à comprendre les stratégies d'adaptation des détenus à la maison d'arrêt et de correction de Dimbokro.

Cette recherche a aussi été influencée par des restrictions concernant l'accès aux établissements pénitentiaires. Effectivement, les prisons sont des lieux clos, régis par des règles stricts et nécessitant des autorisations de la part de l'administration. Ces restrictions ont peut-être restreint la durée des observations, l'accès à certains prisonniers ou la capacité à explorer certaines questions délicates en profondeur.

III. Resultats

Les principaux résultats de cette étude seront présentés en deux axes. Dans un premier temps, nous présenterons les manifestations du sentiment d'insécurité carcérale et dans un second temps les stratégies d'adaptation carcérale mobilisées par les détenus.

3.1. Manifestation du sentiment d'insécurité

Les résultats de l'étude présentent les manifestations du sentiment d'insécurité vécu par les détenus marquées par la peur et l'anxiété et l'angoisse. Il ressort que ces sentiments se manifestent à travers une méfiance généralisée entre détenus, une peur des agressions physiques, un repli sur soi, un isolement volontaire, des discours anxieux et une perception de menace.

3.1.1. Une méfiance généralisée

Les données recueillies auprès de 25 détenus de la MAC de Dimbokro permettent de construire le tableau statistique ci-dessous mettant en relief la répartition des détenus selon le niveau de méfiance généralisée entre détenus, considéré comme une manifestation importante du sentiment d'insécurité en milieu carcéral.

Tableau 1 : Répartition des détenus selon le niveau de méfiance généralisée entre détenus

Niveau de manifestation	Effectif	Pourcentage (%)
Très élevée	9	36 %
Élevée	8	32 %
Moyenne	5	20 %
Faible	3	12 %
Total	25	100 %

Source : enquête de terrain (2025)

Le tableau relatif à la méfiance entre détenus à la MAC de Dimbokro montre que cette perception est très répandue dans l'environnement carcéral. En effet, 36 % des détenus, soit 9 détenus déclarent un niveau très élevé de méfiance et 32 % soit 8 détenus, un niveau élevé, soit un total de 68 % correspondant à 17 détenus répondants.

Alors que les résultats du tableau 1 montrent que 32 % soit 8 détenus développent un niveau de méfiance moyen (5 ; 20 %) et faible (3 ; 12%).

Ces résultats traduisent l'existence d'un climat relationnel marqué par la suspicion et la prudence dans les interactions entre détenus. Dans un tel contexte, les relations sociales apparaissent fragiles et fortement influencées par la peur de la trahison, des conflits ou de la domination.

Les propos d'un détenu (28 ans, condamné à 5 ans de prison) marque démontrent de l'état du climat en ce lieu : « *Ici en prison, on ne peut pas faire confiance à quelqu'un facilement. Même celui qui mange avec toi aujourd'hui peut te trahir demain.* »

Certains détenus développent des théories du complot sur des alliances entre gangs ou corruption du personnel accroissant encore le niveau de méfiance.

Notons que parfois des détenus développent une méfiance envers les surveillants. Ces détenus ont tendance à dénoncer l'injustice perçue en milieu carcéral notamment en rapport avec l'inaction des gardiens de prisons concernant les violences. Cette dénonciation révèle le sentiment d'insécurité éprouvée par les détenus qui n'ont aucune confiance aux surveillants pénitentiaires et leurs propos sont sans ambages :

« *Les gardiens ferment les yeux sur les violences et personne ne contrôle ce qui se passe ici. Même les surveillants, je ne leur fais pas confiance. Ils laissent faire.* ». Dixit un détenu (23 ans, en détention préventive depuis 2ans)

3.1.2. Discours anxieux et perception de menace

Les discours anxieux constituent une manifestation psychologique fréquente du sentiment d'insécurité en milieu carcéral. L'analyse de cette dimension du sentiment d'insécurité nous a permis de recueillir des informations auprès de 25 détenus que nous traduisons dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Discours anxieux et perception de menace

Niveau d'anxiété	Effectif	Pourcentage (%)
Très élevé	7	28 %
Élevé	8	32 %
Moyen	6	24 %
Faible	4	16 %
Total	25	100 %

Source : notre enquête de terrain (2025)

L'analyse des discours anxieux et de la perception de menace révèle que 7 détenus, soit 28 % des répondants expriment un niveau très élevé d'anxiété et 8 détenus, soit 32 % disent exprimer un niveau élevé.

Il ressort donc que ce sont 60 % soit 15 des répondants qui présentent un niveau d'anxiété élevé et très élevé. Ces résultats traduisent une perception permanente d'insécurité et une vigilance accrue face aux dangers potentiels du milieu carcéral. Cependant, 40% des répondants soit 10 détenus expriment un niveau d'anxiété moyen (24%) et Faible (16%).

En effet, on assiste à une répétition obsessionnelle de demandes liées à la sécurité. Certains détenus craignent leur lieu de détention et la prison de Dimbokro est terrifiante pour de nombreux prisonniers. Ainsi, certains interpellent sur leur changement de lieu de peur d'y perdre la vie. Un détenu âgé de 25 ans, incarcéré pour viol se lamente :

« *Quand est-ce qu'on va me transférer ?* ». Un autre détenu atteste : « *un codétenu me regarde mal et je sens qu'un coup va partir* ».

Ainsi, il ressort de cette étude que 84% soit 21 détenus expriment des discours anxieux marqués par la peur, la méfiance, l'anticipation de violences. Les affirmations d'un détenu en détention préventive, âgé de 27 ans en détention préventive attestent de l'anxiété probante des détenus de la MAC de Dimbokro. :

« *On dort ici mais l'esprit reste toujours en alerte. On ne sait jamais ce qui peut arriver pendant la nuit ou même dans la journée. C'est comme vivre avec une menace permanente.* »

Ce témoignage reflète l'anxiété et la perception constante de menace qui caractérisent le vécu carcéral de certains détenus.

3.1.3. Peur des agressions physiques

La peur des agressions physiques constitue l'une des manifestations les plus significatives du sentiment d'insécurité à la MAC de Dimbokro. Ainsi, dans un environnement caractérisé par la promiscuité, les tensions interpersonnelles et la présence de bandes informelles entre détenus, la possibilité d'être victime d'une agression physique demeure une préoccupation constante. Le tableau suivant présente la distribution des détenus selon leur niveau de peur des agressions physiques dans l'environnement carcéral.

Tableau 3 : Peur des agressions physiques

Niveau de peur	Effectif	Pourcentage (%)
Très élevée	10	40 %
Élevée	7	28 %
Moyenne	5	20 %
Faible	3	12 %
Total	25	100 %

Source : enquête de terrain (2025)

Il ressort des résultats du tableau 3 que la peur des agressions physiques est très marquée puisque 17 détenus, soit 68 % des répondants de l'échantillon des détenus déclarent ressentir une peur élevée ou très élevée. Alors que 8 détenus, soit 32% des répondants éprouvent un niveau de peur moyen (5 ; 20%) et faible (3 ; 12%).

Les résultats concernant la peur des agressions physiques révèlent également un niveau élevé d'insécurité. 40 % des détenus déclarent ressentir une peur très élevée d'être agressés et 28 % une peur élevée, soit également 68 % des répondants. Cette situation conduit à affirmer que la violence ou la menace de violence constitue une préoccupation constante pour une majorité de détenus. Elle traduit l'existence d'un environnement carcéral perçu comme potentiellement dangereux. Par contre, la peur n'est pas généralisée. Il ressort également de cette étude que 12%, soit 3 détenus répondant n'éprouve pas de peur dans cet univers carcéral qu'est celui de la prison de Dimbokro. Généralement, ces détenus sont les caïds. Ceux dont le niveau de peur est d'intensité moyenne sont les membres du gouvernement de la prison de Dimbokro. Leur peur relève généralement des gang ou bandes rivales ou d'un deal qui aurait mal tourné.

3.2. Stratégies d'adaptation des détenus en lien avec le sentiment d'insécurité

3.2.1. Agressivité défensive, une stratégie de protection

Il ressort des entretiens avec les détenus de la prison de Dimbokro que l'agressivité défensive est l'une des stratégies usitées en ce lieu. En effet, de nombreux détenus y ont recours face à la menace ressentie. Nous tenterons de mettre en relief le niveau d'agressivité et les stratégies de défense.

Les données recueillies auprès de l'échantillon des détenus a permis de construire le tableau suivant :

Tableau 4 : Relation entre le niveau d'agressivité défensive et les stratégies de protection des détenus

Niveau d'agressivité défensive	Évitement / Isolement volontaire		Recherche d'alliances protectrices		Affiliation religieuse		Négociation avec figures de pouvoir		Total	
	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage
Faible	3	37,5%	1	12,5%	2	50%	1	20%	7	28%
Moyen	3	37,5%	3	37,5%	1	25%	1	20%	8	32%
Élevé	2	25%	4	50%	1	25%	3	60%	10	48%
Total	8	32%	8	32%	4	16%	5	20%	25	100%

Source : notre enquête (2025)

Il ressort de la lecture du tableau 4 que les détenus présentant un niveau élevé d'agressivité défensive (10 ; 48%) privilégient davantage la recherche d'alliances protectrices (4 ; 50%) et la négociation avec les figures de pouvoir (3 ; 60%) pour assurer leur sécurité.

L'analyse des résultats montrent que les détenus ayant un niveau faible d'agressivité (7 ; 28%) adoptent plus souvent des stratégies d'évitement et d'isolement volontaire (3 ; 37,5%) ou d'affiliation religieuse (2 ; 50%).

Ainsi, K. R (34 ans ; en détention préventive depuis 3ans) affirme : « *La religion m'aide à supporter la prison. Quand j'ai peur ou quand il y a des tensions entre détenus, je préfère aller à la prière plutôt que de rester dans les conflits. Aussi, avec la prière et la lecture de la Bible, je me sens protégé. Même les autres détenus respectent ceux qui sont engagés dans la religion.* »

Les résultats montrent que les détenus au niveau moyen (8 ; 32%) utilisent de manière relativement équilibrée l'évitement et les alliances protectrices (3 ; 37,5%).

Notons que plus le niveau d'agressivité défensive est élevé, plus les stratégies de protection deviennent interactionnelles et stratégiques (alliances, négociation avec les leaders carcéraux ou les surveillants), tandis que les détenus moins agressifs privilégient des stratégies de retrait ou spirituelles.

Dans un environnement fermé, contraint et potentiellement hostile comme celui de la Maison d'Arrêt et de Correction de Dimbokro (MACD), les détenus sont confrontés à une multiplicité de menaces : violence interpersonnelle, abus institutionnels, insalubrité, carence alimentaire ou médicale et instabilité psychologique. Celles-ci alimentent un climat d'insécurité permanent.

À la MAC de Dimbokro (MACD), les détenus, confrontés à ce contexte hostile, déploient diverses stratégies d'adaptation afin de préserver leur intégrité physique, psychologique et sociale. Ces stratégies, qui relèvent à la fois de comportements individuels et collectifs, ne sont pas uniformes. Elles dépendent de plusieurs paramètres que sont l'âge, de l'ancienneté, de la position hiérarchique dans la prison, ainsi que des ressources symboliques et matérielles dont dispose chaque détenu. L'analyse de ces stratégies permet de comprendre comment les détenus résistent, négocient ou intériorisent la violence et l'insécurité carcérales.

3.2.2. Évitement et isolement volontaire

Certains détenus choisissent de limiter au maximum leurs interactions avec leurs codétenus. Aussi, évitent-ils les lieux de forte promiscuité (cours de promenade, cantine, espaces collectifs). Ils adoptent une posture de retrait, cherchant à passer inaperçus afin de ne pas attirer l'attention des leaders informels sur eux. Les propos d'un détenu âgé de 35 ans ? condamné à 2ans de prison confirment cette attitude.

« *Ici, il vaut mieux rester dans son coin. Moins tu parles aux gens, moins tu as de problèmes. Moi, je préfère m'isoler pour garder la tête tranquille.* »

En milieu carcéral, comme nous l'avons signifié un peu plus haut, les détenus vivent dans un milieu insécure. Ainsi, pour certains détenus, notamment les plus fragilisés ou traumatisés, l'adaptation passe par une forme de retrait social ou d'évitement des interactions jugées dangereuses. Le tableau montre que ce sont 24% soit 6 détenus qui adoptent ce type de comportement.

Pour les plus vulnérables, leur retrait social est une stratégie de protection individuelle qu'ils utilisent pour éviter les interactions jugées dangereuses. En se retirant socialement, ils estiment réduire leur exposition aux risques de victimisation. Mais surtout, ils accroissent la solitude chez eux. Cette attitude suggère que leur retrait social est une stratégie de protection contre les comportements agressifs ou hostiles des autres détenus.

3.2.3. Recherche d'alliances protectrices, appartenances et repli identitaires des détenus

En milieu carcéral, les détenus développent des stratégies pour survivre et s'adapter à leur environnement. L'une des stratégies les plus couramment observées consiste à se regrouper selon des appartenances identitaires, culturelles, ethniques ou religieuses. Cette stratégie offre non seulement une forme de sécurité collective, mais elle permet aussi de reconstruire une forme de repère moral et social en milieu carcéral.

Parlant des appartenances identitaires, elles ont été convoquées dans cette étude comme un facteur important d'adaptation en milieu carcéral car, il a été constaté que généralement, les détenus se regroupent souvent selon leur appartenance ethnique, culturelle ou religieuse. Pour eux, cette façon de faire leur permet de se sentir moins seuls et de trouver un soutien mutuel. Dans cette veine, parmi plusieurs enquêtés, un détenu (36 ans, en détention préventive) nous dit ceci :

« Ici, chacun cherche les siens. Les Baoulés vont avec les Baoulés, les djoulas avec les djoulas. Quand tu es avec les tiens, tu te sens moins seul, et tu as moins peur ».

En effet, 32% soit 8 détenus cherchent un soutien mutuel pour survivre dans cet environnement hostile. Selon eux, le groupe peut facilement leur offrir un soutien émotionnel et matériel. Cela pourra leur permettre de faire face aux difficultés de la vie en détention. Concrètement, selon eux, leur groupe identitaire peut leur offrir l'écoute et la compréhension, la nourriture et des vêtements. Ainsi, la recherche d'alliances protectrices est fondamentale en prison.

« On reste avec ceux de chez nous. On se comprend mieux et on se soutient. » dixit un détenu (43 ans, en détention préventive)

De plus, ils indiquent que l'appartenance identitaire joue un rôle important dans la construction de leur identité. Soulignons que la dimension culturelle et ethnique tel que perçue par les détenus en prison permet de

maintenir un sentiment d'identité et de dignité et surtout de développer un sentiment de sécurité plus accru par solidarité dans cet environnement qui les déshumanise.

Enfin, les détenus estiment qu'à travers les groupes identitaires, ils réduisent de plus en plus leur peur et leur solitude en renforçant leur sentiment de sécurité et de protection puis se partagent leurs expériences et leurs émotions.

3.2.4. Religion, un sentiment protection divine

Au-delà du groupe ethnique, l'étude révèle que la religion est aussi un levier d'adaptation en milieu carcéral. En effet, pour nos enquêtés, la religion constitue un levier central d'adaptation en milieu carcéral parce qu'elle offre non seulement un sens à l'épreuve de l'incarcération, mais également une discipline personnelle et une protection symbolique contre les violences ou les défaillances du système. S. âgé de 28 ans et condamné, indique ceci :

« Moi, je prie cinq fois par jour, et je lis le Coran. C'est Dieu qui me donne la force de supporter tout ça. Même quand j'ai faim, je me dis que c'est une épreuve ».

Cette opinion de l'enquête montre l'importance de la religion comme une véritable source de force et de résilience en milieu carcéral. Ce qui sous-tend que la prière et la lecture du coran sont des pratiques qui permettent aux détenus musulmans de trouver la force de supporter les difficultés de la vie en prison. La prière, par exemple, selon nos enquêtés, est une pratique qui permet aux détenus croyants de se connecter à Dieu et de trouver la force de supporter les difficultés. Mieux, pour les détenus croyants, la prière est un moment de réflexion, de méditation et de connexion avec le divin. A cet effet, elle les aide à réduire leur stress et leur anxiété puis, donne un sens de paix et de calme. Aussi, à lire le coran ou la bible, ils trouvent guidance et inspiration dans les enseignements de l'islam ou chrétien. Dans ce cas, la bible ou le coran est une source de réconfort et de force pour eux, surtout lorsqu'ils cherchent à comprendre leur situation de vie. 36% des détenus interrogés ont recours à la religion car elle apaise psychologiquement, et donne un sentiment de protection. De ce qui précède, un indicateur comme la foi est un élément fédérateur pour l'ensemble des détenus croyants.

3.2.5. Renégociation et compromis avec les figures de pouvoir

Une autre forme d'adaptation passe par la compréhension des hiérarchies informelles en détention et par la négociation avec les figures d'autorité, qu'elles soient institutionnelles (gardes) ou issues des détenus eux-mêmes (chefs de chambre, caïds).

A la Maison d'Arrêt et de Correction de Dimbokro, comme dans bon nombre de prison du pays, les détenus négocient souvent avec les figures de

pouvoir pour survivre et s'adapter à leur environnement. Ceux que nous appelons figures de pouvoir sont institutionnelles, telles que les gardes, ou issues des détenus eux-mêmes, tels que les chefs de chambre ou les caïds. Dans ce milieu, la négociation et le compromis sont des stratégies que les détenus utilisent pour limiter les conflits et obtenir une certaine protection. Cela se caractérise par la compréhension des hiérarchies informelles, la posture de soumission stratégique et les risques de renforcement des dynamiques de domination (4 ; 16%). Les affirmations d'un détenu sur la question est très explicite :

« *Même quand tu n'es pas d'accord, tu fais comme si... sinon tu risques d'avoir des problèmes ou d'être puni.* »

En se comportant ainsi, le détenu veut réduire les tensions au sein de la prison.

Parlant de la compréhension des hiérarchies informelles, il est bon de savoir que les hiérarchies informelles sont souvent basées sur la force, la richesse ou l'influence, et sont très différentes des hiérarchies officielles. De ce fait, les détenus ont pour obligation de comprendre ces hiérarchies informelles existantes en détention pour boulinguer dans leur espace. À propos, certains enquêtés comme Koffi, récidiviste, âgé de 42 ans nous dit ceci :

« *Si tu veux avoir la paix ici, il faut savoir comment parler aux chefs. Tu donnes un peu de savon, ou tu fais les tâches. Comme ça, ils te protègent.* »

3.2.6. Création de routines et d'occupation du temps

L'expérience carcérale s'accompagne d'une rupture profonde avec le temps social ordinaire. En effet, les détenus se voient dépossédés de la gestion de leurs rythmes quotidiens, désormais entièrement soumis aux règles de l'institution. Ce rapport au temps, souvent décrit comme un *temps suspendu* ou un *temps mort*, engendre un sentiment accru d'insécurité psychologique, de vulnérabilité et d'oisiveté. Face à cette situation, 40% des détenus mettent en place des routines quotidiennes constituant de véritables stratégies d'adaptation. Ces pratiques, individuelles ou collectives, leur permettent de réintroduire une forme de continuité et de contrôle sur leur environnement immédiat, contribuant ainsi à créer un espace de stabilité dans un contexte marqué par l'instabilité carcérale.

A la Maison d'Arrêt et de Correction de Dimbokro, les détenus s'ennuient et sont plongés dans l'incertitude d'une probable sortie et surtout dans une désorganisation temporelle. Pour lutter contre ce vide, ils structurent leur quotidien à travers des routines volontaires. Ces routines prennent différentes formes, telles que l'hygiène, l'écriture, le sport, les prières ou les apprentissages informels. En établissant des routines, ils créent un sentiment de stabilité et de prévisibilité.

« *Tous les matins, je balaie. Ensuite je lis un peu la Bible. Après, je fais mes pompes. Si tu ne te disciplines pas, tu deviens fou ici* ». Déclare Mathurin, ancien instituteur, âgé de 44 ans.

En définitive, nous sommes en mesure d'affirmer qu'au regard du sentiment d'insécurité et des stratégies d'adaptation des détenus, notre hypothèse selon laquelle Le sentiment d'insécurité vécu par les détenus à la Maison d'Arrêt et de Correction de Dimbokro favorise le développement de diverses stratégies d'adaptation individuelles et collectives visant à assurer leur protection et leur survie dans l'environnement carcéral est confirmée. Ces stratégies d'adaptation jouent un rôle ambivalent en ce sens qu'elles peuvent atténuer l'insécurité perçue, mais n'en suppriment pas les causes structurelles.

Le tableau récapitulatif suivant construit à partir des données recueillies auprès de 25 détenus donne une vue synoptique des mécanismes de défense chez les détenus.

Tableau 5 : Tableau statistique récapitulatif des stratégies d'adaptation carcérale en lien avec le sentiment d'insécurité chez les détenus de la MAC de Dimbokro

Stratégie d'adaptation	Nombre de détenus	Pourcentage	Lien avec sentiment d'insécurité
Évitement et isolement volontaire	6	24%	Réduction du risque perçu mais accroît solitude
Recherche d'alliances protectrices	8	32%	Sentiment de sécurité accru par solidarité
Appartenances et repli identitaires	5	20%	Protection symbolique, mais risque de clivage
Affiliation communautaire gage de sécurité	7	28%	Cohésion sociale diminue l'insécurité
Religion (protection divine)	9	36%	Apaisement psychologique, sentiment de protection
Renégociation et compromis avec figures de pouvoir	4	16%	Réduit les tensions, sentiment de contrôle
Création de routines et occupation du temps	10	40%	Diminue anxiété, structure rassurante

Source : notre enquête (2025)

Discussion et Conclusion

Cette recherche souligne que la sensation d'insécurité est un aspect clé de l'expérience carcérale à la Maison d'Arrêt et de Correction de Dimbokro. Face à un environnement jugé instable et éventuellement violent, les prisonniers élaborent différentes tactiques d'ajustement, depuis l'isolement jusqu'à la quête de partenariats sécurisants. Ces processus reflètent un désir de protection contre les dangers physiques et psychosociaux. Donc, il semble indispensable de réviser les politiques carcérales en incorporant des stratégies davantage axées sur la sécurité, l'humanisme et le bien-être des détenus. L'objectif de cette étude est d'analyser le sentiment d'insécurité des détenus

et les stratégies d'adaptation qu'ils développent à la Maison d'Arrêt et de Correction de Dimbokro (MAC).

Ainsi, les résultats ont montré que l'insécurité à la prison dans la Maison d'Arrêt et de Correction de Dimbokro et ressenti par les détenus concourt à leur fragilisation et amplifie leur vulnérabilité. Ainsi, pour y faire face, les détenus développent des stratégies d'adaptation marquées par l'agressivité défensive, l'évitement et l'isolement volontaire, la recherche d'alliances protectrices, l'appartenance et repli identitaires des détenus, l'affiliation communautaire, la religion, la négociation et compromis avec les figures de pouvoir, la création de routines et d'occupation du temps. Au regard des données obtenues notre hypothèse est confirmée.

Les conclusions de cette recherche montrent des concordances notables avec les études internationales dans le domaine de la criminologie carcérale. De nombreuses études ont démontré que la prison est un lieu marqué par des tensions, des relations de domination et une atmosphère d'insécurité sous-jacente. Ainsi, Woodbridge (2024) a identifié divers mécanismes d'adaptation utilisés par les individus incarcérés, la religion servant de ressource importante. Cette recherche qualitative étudie les stratégies d'adaptation religieuses utilisées par les hommes musulmans incarcérés dans la prison belge de Hasselt.

Quant à Crewe (2021), il souligne que les détenus développent des techniques de "coping" notamment la ritualisation du quotidien, le retrait émotionnel et l'adhésion religieuse pour ne pas sombrer psychologiquement. Abondant dans le sens de Woodbridge, Mbanzoulou, (2020), atteste que dans les prisons africaines, la religion devient un refuge psychique, tout comme les micro-communautés ethniques ou régionales. Il affirme que l'enfermement n'est pas seulement physique, il est mental.

Béraud, C. & Kokoreff, (2021) dans leur dynamique de considérer l'importance de la religion, montrent que les stratégies d'adaptation sont aussi des formes de résistance silencieuse qui permettent de retrouver un minimum de contrôle sur un quotidien imposé, et ainsi, d'atténuer l'insécurité perçue. Ils justifient que dans les prisons africaines, la religion devient un refuge psychique, tout comme les micro-communautés ethniques ou régionales.

L'analyse sur les stratégies d'adaptation en milieu carcéral a été mise en relief par Sykes (1958) qui atteste que les détenus répondent par des stratégies de survie comme la solidarité, le retrait et l'agressivité défensive.

Quant à Haney (2018) s'intéressant aux mécanismes d'adaptation des détenus enclin traumatisme et autre détresse en milieu carcéral, il montre que les détenus développent des formes de coping (pratiques religieuses, entraide, routines personnelles) pour résister à l'angoisse. En Afrique, des recherches Tukwariba (2021) ; et Dohou (2023) confirment que les détenus s'appuient sur

des réseaux communautaires et religieux pour faire face aux tensions carcérales.

Un des principaux inconvénients de cette recherche est la taille plutôt limitée de l'échantillon. Même si cette dimension convient à une méthode qualitative et offre l'opportunité d'une analyse détaillée des expériences vécues, elle restreint toutefois la possibilité de généraliser les résultats à toute la population carcérale.

En définitive, les conclusions prévisibles de cette étude ont permis d'identifier l'impact de l'expérience carcérale sur l'émergence du sentiment d'insécurité chez les prisonniers de la Maison d'Arrêt et de Correction de Dimbokro. Il faut noter que ce n'est pas une conclusion finale, mais plutôt un appel à explorer davantage cette question qui reste immense. Les résultats invitent à repenser les politiques de gestion des prisons. Il est d'une part cruciale d'éveiller la conscience des détenus en matière de sécurité pénitentiaire. Par ailleurs, les plans d'action pour combattre l'insécurité en milieu carcéral doivent comprendre une amélioration des compétences destinées au personnel de sécurité et aux divers intervenants impliqués dans la gestion des détenus.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

Déclaration relative aux participants humains : Cette recherche a respecté les directives du ministère de la justice et des droits de l'homme et particulièrement de la Direction de l'Administration Pénitentiaire. Relative à l'éthique de la recherche impliquant des sujets humains, cette étude s'inscrit dans une démarche éthique et responsable, conforme aux standards scientifiques et aux exigences en matière de recherche impliquant les détenues de la Prison de Dimbokro. La recherche a été approuvée par le comité scientifique de l'UFR criminologie de l'Université Félix Houphouët-Boigny de Côte d'Ivoire.

References:

1. Aeschlimann A. (2025). *La protection des détenus : l'action du CICR derrière les barreaux*. Revue internationale de la Croix-Rouge Volume 87 Sélection française

2. Béraud, C., & Kokoreff, M. (2021). *Les transformations contemporaines du contrôle social et des institutions*. Paris : Presses universitaires
3. Castel, R. (1995). *Les métamorphoses de la question sociale : Une chronique du salariat*. Paris : Fayard.
4. Celinska Katarzyna, Fanarraga Irina, Cronin Michael (2022). *Female Inmates: Coping with Imprisonment and Separation from Family and Friends*. John Jay College of Criminal Justice City University of Publications and Research
5. Celińska, K., Fanarraga, I. & Cronin, M. (2022). *Female inmates: Coping with imprisonment and separation from family and friends*. *Women & Criminal Justice*, 32(4), 325-341
6. Chantraine, G. (2004). *Par-delà les murs : Expériences et trajectoires en prison*. Paris : Presses Universitaires de France.
7. Combessie, J.-C. (2009). *Sociologie de la prison*. Paris : La Découverte.
8. Connor, K. M. & Davidson, J. R. T. (2003). *Development of a new resilience scale: the Connor-Davidson Resilience Scale (CD-RISC)*. *Depression and Anxiety*, 18(2), 76-82. DOI : 10.1002/da.10113.
9. Crewe, B. (2021). *The depth of imprisonment*. *Punishment & Society*, 23(3), 335–354. <https://doi.org/10.1177/1462474520952153>
10. Dohou, P. (2023). *Conflits socio-religieux en milieu carcéral de Cotonou : entre ordre et désordre*. Collection recherches & regards d’Afrique vol 2 n0 fin campagne / décembre
11. Drapeau, M. (2004). « Les critères de scientificité en recherche qualitative ». *Pratiques Psychologiques* 10 (1): 79-86.
12. De Araújo, G. A., Passos, E., Barros M.E., Neves M. (2011). *Vulnerabilidade e saúde mental no contexto prisional*. São Paulo: Editora Saúde Coletiva.
13. Goba, B. Z., & Zady, C. (2017). *Droits de détenus et violence en milieu carcéral en Côte d’Ivoire : cas de la MACA*. *International Journal of Current Research (UCR)*, 10, novembre
14. Guédé, K. J-M. (2023). *Conditions de détention carcérale et déshumanisation des détenus en côte d’ivoire : cas des Maisons d’Arrêt et de Correction de Bouaké, Daloa, Man et Soubré*. Thèse de doctorat unique en criminologie, non publiée, université Félix Houphouët-Boigny Abidjan-Cocody
15. Haney, C. (2018). *Restricting the Use of Solitary Confinement*. *Annual Review of Criminology*, vol.1, pp. 285–310.
16. Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. New-York : Springer Publishing Company Bartłomiej

17. Liebling, A. (2011). *Moral performance, inhuman treatment and prison pain*. *Punishment & Society*, 13(5), 530–550. <https://doi.org/10.1177/1462474511422159>
18. Mashev, T. (2013). Une analyse des facteurs reliés au sentiment d’insécurité en milieu carcéral. Mémoire de Master, Université de Montréal.
19. Mbanzoulou, P. (2020). *Justice restaurative et probation : vers une nouvelle professionnalité des personnels pénitentiaires d’insertion et de probation ?* Cahiers de la Sécurité et de la Justice, n°48-49, septembre 2020.
20. Romenzi, A. (2024). Côte d’Ivoire : le Comité contre la torture de l’ONU préoccupé par la surpopulation carcérale et les conditions de détention. ONU Info
21. Rostaing, C. (1997). *La relation carcérale : Identités et rapports sociaux dans les prisons de femmes*. Paris : PUF.
22. Skowroński, Ł et Talik E. (2018). *Coping with stress and the sense of quality of life in inmates of correctional facilities* . PubMed DOI: 10.12740/PP/77901
23. Sykes, M.G. (1958). *The Society of Captives : A Study of a Maximum Security Prison*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
24. Toch, H. (1992). *Bringing the convict back in : An ecological approach to inmate adaptations*. *Journal of Criminal Justice*, 20(4), 355-365.
25. Tsabedze, W. F. (2023). *Coping strategies of the incarcerated during the COVID-19 pandemic*. *International Journal of Offender Therapy and Comparative Criminology*, 67(12–13), 1431–1450. <https://doi.org/10.1177/0306624X231177028>
26. Tukwariba, Y. E. (2021). *Religion-Réadaptation--Réintégration-de-prison-Détenus-En Mainstream-Société*. Editeur : IGI Global DOI : [10.4018/978-1-7998-1286-9.ch023](https://doi.org/10.4018/978-1-7998-1286-9.ch023)
27. Wacquant, L. (2021). *La prison comme un « gouvernement de l’insécurité sociale » : Le vécu carcéral cristallise l’expérience de marginalisation et renforce les logiques d’exclusion*. *European Journal of Criminology*, 18(3), 215-233.
28. Woodbridge, E. (2025). *Islamic practices as powerful tools for coping with prison life: experiences of men in a Belgian prison*. *Justice, Opportunities, and Rehabilitation*, Volume 64, Issue 1
29. Wooldredge, J. D. (1998). Inmate lifestyle and opportunities for victimization. *Journal of Research in Crime and Delinquency*, 35(4), 480-502.
30. Zady, C., Ahissan A. et Ballo, Y. (2020). *Surpopulation carcérale et conditions de vie des détenus à la Maison d’Arrêt et de Correction*

d'Abidjan. Rescilac ; Revue pluridisciplinaire N° 11-juin, Université d'Abomey-Calavi

31. Zahé, M. Brice. (2023). *Violences en milieu carcéral et sentiment d'insécurité chez des détenus de la Maison d'Arrêt et de Correction d'Abidjan (MACA)*, thèse de doctorat unique en criminologie, non publiée, université Félix Houphouët-Boigny Abidjan-Cocody
32. Zamble, E., & Porporino, F. (1988). *Coping, behavior, and adaptation in prison inmates*. New- York: Springer.

Analyse anthropologique des comportements à risque du diabète de type 2 et prévention dans la commune de Cotonou

Aphee Judith Sossou

Sociologue-anthropologue, École doctorale pluridisciplinaire « Espaces, Cultures et Développement », Université d'Abomey-Calavi, Bénin
Laboratoire d'Anthropologie Médicale Appliquée (LAMA),
Université d'Abomey-Calavi, Bénin

Roch Appolinaire Hounghin

Laboratoire d'Anthropologie Médicale Appliquée (LAMA),
Université d'Abomey-Calavi, Bénin

[Doi:10.19044/esj.2026.v22n11p159](https://doi.org/10.19044/esj.2026.v22n11p159)

Submitted: 11 November 2025

Accepted: 23 February 2026

Published: 30 April 2026

Copyright 2026 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Sossou, A.J., & Hounghin, R.A. (2026). *Analyse anthropologique des comportements à risque du diabète de type 2 et prévention dans la commune de Cotonou*. European Scientific Journal, ESJ, 22 (11), 159. <https://doi.org/10.19044/esj.2026.v22n11p159>

Résumé

Le diabète, une maladie chronique évoluant de manière insidieuse, s'impose comme une épidémie malgré la mise toutes les scientifiques disponibles pour la contrer. Face à certaines considérations socioculturelles, économiques et compte tenu de nos pratiques et modes de vie actuels, la prévention n'est toujours pas appliquée. Au Bénin, le nombre de personnes ayant connu une rupture de leur vie harmonieuse avec un « avant » et un « après », dans un processus d'adaptation, de réorganisation au niveau psychologique, comportemental, alimentaire et social, ne cesse de s'accroître à cause des diagnostics tardifs et la découverte fortuite. Cette recherche de nature mixte, a pour objectif de décrire les connaissances et perceptions liées aux comportements à risque augmentant la survenue du diabète dans la commune de Cotonou. Grâce aux entretiens individuels semi-directs, à l'observation et à l'enquête par questionnaire, les données avaient été collectées auprès de 48 acteurs sociaux ayant divers profils. La théorie des pratiques de Bourdieu et de Giddens (2013) était mobilisée pour analyser les données recueillies. Les résultats ressortaient que les patients avaient une connaissance limitée sur les facteurs de risque du diabète et des perceptions

sociales se rapportaient plus aux causes intrinsèques sans tenir compte des autres facteurs de risque. Cette méconnaissance était la source de l'adoption des pratiques non favorables à la santé au quotidien, caractérisée par une sédentarité et l'inactivité. A cela s'ajoutaient des pratiques alimentaires déséquilibrées sous l'influence de la multiplicité culturelle marquant la ville de Cotonou qui augmentaient l'incidence de la maladie.

Mots-clés : Diabète de type 2, comportements à risque, représentations sociales, prévention, Cotonou

Anthropological Analysis of Type 2 Diabetes Risk Behaviors and Prevention in the Municipality of Cotonou

Aphee Judith Sossou

Sociologue-anthropologue, École doctorale pluridisciplinaire « Espaces, Cultures et Développement », Université d'Abomey-Calavi, Bénin
Laboratoire d'Anthropologie Médicale Appliquée (LAMA),
Université d'Abomey-Calavi, Bénin

Roch Appolinaire Houghnin

Laboratoire d'Anthropologie Médicale Appliquée (LAMA),
Université d'Abomey-Calavi, Bénin

Abstract

Diabetes, a chronic disease that develops insidiously, is becoming an epidemic despite all the scientific efforts to combat it. Due to certain sociocultural and economic considerations, and given our current practices and lifestyles, prevention is still not being implemented. In Benin, the number of people whose lives have been disrupted, with a clear “before” and “after” in terms of psychological, behavioral, dietary, and social adaptation and reorganization, continues to grow due to late diagnoses and chance discoveries. This mixed-method research aims to describe the knowledge and perceptions related to risk behaviors that increase the incidence of diabetes in the municipality of Cotonou. Data was collected from 48 social actors with diverse profiles through semi-structured interviews, observation, and questionnaire surveys. Bourdieu and Giddens' theory of practices (2013) was used to analyze the data collected. The results showed that patients had limited knowledge of diabetes risk factors and that social perceptions were more related to intrinsic causes without taking other risk factors into account. This lack of knowledge was the source of unhealthy daily practices, characterized by a sedentary lifestyle and inactivity. Added to this were unbalanced eating

habits influenced by the cultural diversity of the city of Cotonou, which increased the incidence of the disease.

Keywords: Type 2 diabetes, risk behaviors, social representations, prevention, Cotonou

1. Introduction

Les maladies chroniques, constituent un défi mondial d'ampleur épidémique selon l'OMS (2019). Elles sont des affections qui ne se transmettent pas d'un individu à un autre, mais dont la survenue est liée l'exposition à un ou plusieurs facteurs de risque. Parmi les Maladies Non Transmissibles (MNT) les plus meurtrières se trouvent l'hypertension artérielle (HTA), diabète, les maladies cardiovasculaires, les cancers et les maladies chroniques respiratoires. Ces affections chroniques sont de longue durée (plus de six mois), parfois permanentes, insidieuses, qui surviennent avec le temps sont le résultat d'une combinaison de facteurs génétiques, physiologiques, environnementaux et comportementaux (mode de vie pléthorique, communautés nanties, sédentarité, inactivité physique, alimentation obésogène de moins en moins adaptée aux besoins de l'organisme) (Sossou, 2019). Mais ces dernières décennies, elles constituent de plus en plus une préoccupation majeure de santé publique dans les pays en voie de développement et notamment en Afrique subsaharienne (Fagbemi et al., 2017 ; OMS, 2016).

En Afrique, la charge des MNT connaît la même tendance qu'au niveau mondial. Le diabète augmente rapidement sur le continent africain. Selon les estimations publiées par la Fédération Internationale du Diabète (FID) en 2021, le diabète touche environ 24 millions de personnes en Afrique et contribue à l'augmentation des problèmes de santé. Le diabète est l'une des principales causes de morbidité et de mortalité en Afrique. D'ici 2045, la prévalence du diabète en Afrique connaîtrait une hausse de 129% pour atteindre 783 millions de personnes, sous le double fardeau de la malnutrition et de l'obésité (FID, 2021). C'est la maladie prioritaire à laquelle il faut s'attaquer pour atteindre les Objectifs de Développement Durable (ODD), consistant à réduire d'un tiers, d'ici 2030, le taux de mortalité prématurée due à des maladies non transmissibles. Ainsi, l'évolution rapide des facteurs de survenue des MNT, constitue un véritable obstacle aux initiatives de réduction de la pauvreté dans ces pays, en obligeant les ménages à supporter les coûts exorbitants des soins. C'est une maladie chronique, qui ne se guérit pas, mais qui peut être contrôlée.

Le diabète est une maladie aux conséquences lourdes qui affectent la qualité de la vie des patients. Malgré les efforts dans la prise en charge des diabétiques, le diabète n'est pas équilibré chez la majorité des patients

(Wanvoégbé *et al.*, 2018). Et leurs conditions de vies, laissent toujours à désirer lorsque les complications s'installent. Selon le Rapport mondial sur le diabète (OMS, 2017), il existe trois principales formes de diabète : le diabète de type 1 (DT1), le diabète de type 2 (DT2) et le diabète gestationnel. Le diabète de type 2 est la forme la plus courante de la maladie qui affecte le plus souvent les adultes. Quoique de plus en plus d'enfants et d'adolescents en soient atteints. Il survient à cause du mode de vie : surpoids, sédentarité et hypertension artérielle. Le type de diabète DT2 se développe silencieusement pendant de nombreuses années. L'hyperglycémie reste longtemps asymptomatique et la maladie est souvent découverte de façon fortuite à l'occasion d'une prise de sang, ou en cas de complications. Il représente la vaste majorité (90%) des cas de diabète rencontrés dans le monde et est en grande partie le résultat d'une surcharge pondérale et de la sédentarité (Foucambert, 2022). L'incidence du DT2 augmente avec l'âge. La maladie se manifeste généralement après 40 ans et elle est diagnostiquée à un âge moyen proche de 65 ans. L'incidence est maximale entre 75 et 79 ans avec 20% des hommes et 14% des femmes traités pour cette maladie (FID, 2019). Toutefois, le diabète de type 2 touche aussi de plus en plus de jeunes, y compris des adolescents, voire des enfants. C'est précisément la période durant laquelle s'acquièrent les habitudes alimentaires et celles relatives à la pratique d'une activité physique, deux leviers primordiaux dans la prévention de la maladie (OMS, 2021). Au niveau mondial, tout diabète confondu, 451 millions de personnes sont atteintes dans la tranche d'âge de 18-99 ans en 2017. Et la prévalence est en passe d'augmenter avec les prévisions suivantes pour 2045 : parmi les personnes entre 20 et 79 ans, on estime qu'il y aurait 629 millions de cas, et ce nombre s'élève à 693 millions pour la population entre 18-99 ans, soit près de 10% de la population mondiale actuelle. Le diabète type 2 est l'une des MNT qui entraîne des complications à long terme, source d'handicap et d'altération de la qualité de vie (FID, 2019). Il altère le fonctionnement de l'organisme humain occasionnant le dysfonctionnement érectile chez les patients masculins, une irrégularité des règles chez les femmes, une mauvaise acuité visuelle (Foucambert, 2022), l'accident vasculaire cérébral et des lésions nerveuses (Akré *et al.*, 2021).

En Afrique subsaharienne, leur ampleur est encore peu connue et l'OMS recommande aux pays à faible et moyen revenu de réaliser des enquêtes STEPS (Outil standardisé par l'OMS, pour la surveillance des principaux facteurs de risque des MNT dans les pays), portant sur les comportements, des mesures physiques et biochimiques. Les études ont révélé que cette région est sujette à la fois à la malnutrition et à des régimes alimentaires malsains et qui subit un double fardeau.

Au Bénin, la politique en matière de santé publique, prenant en compte toutes les préoccupations sanitaires assure la prévention des maladies non

transmissibles (MNT) à un Programme National de Lutte contre les MNT (PNLMNT). Ainsi, le diabète comme les principales MNT dont la prévalence est estimée à 12,1 % en 2015 est en constante évolution, surtout le diabète du type 2 (DT2) (PNLMNT, 2019). Plusieurs études confirment cette augmentation du DT2 au cours de ces dernières années. Le profil sanitaire du Bénin est caractérisé par un inégal accès aux soins de santé en raison de la disparité dans la répartition des infrastructures et de l'insuffisance du personnel qualifié ; des comportements non favorables à la santé : l'alimentation déséquilibrée, la sédentarité, le tabagisme, la consommation nocive d'alcool (STEPS 2008 & STEPS 2015) ; une insuffisance des structures de protection de l'environnement.

La méconnaissance des cas et les retards de diagnostic de diabète, sont souvent liés à des particularités socioculturelles. Ils aboutissent à des complications chroniques dramatiques du diabète, telles que la rétinopathie diabétique, la néphropathie diabétique, la neuropathie périphérique, les ulcères des pieds diabétiques pouvant conduire à une amputation des membres (Kérékou *et al.*, 2021 ; Gninkoun *et al.*, 2021) ; et la coronaropathie. La morbidité et la mortalité engendrées par ces complications entraînent des coûts insupportables pour les malades, leurs familles, et la société (OMS_Région Africaine, 2023 ; Diop et Diédéhou, 2017). La méconnaissance et l'incompréhension des facteurs de risque du diabète, dans un contexte de l'urbanisation accrue de la ville de Cotonou, carrefour d'une multitude de cultures et civilisation ; les perceptions, les mythes, croyances et discours populaires font entraver à l'adoption des attitudes préventives divulguées par certaines institutions et l'OMS, lors des campagnes pour la journée mondiale de lutte contre le diabète, le 14 novembre de chaque année.

Il faut remarquer qu'en dehors de l'âge, il existe des comportements qui permettent de développer la maladie du diabète. Ces comportements qui constituent des risques d'avoir le diabète sont classifiés selon des dimensions intrinsèques (génétique) et extrinsèques (les modes de vie). Une attention particulière est portée sur les causes extrinsèques qui impliquent les modes de vie. La recherche menée sur le Diabète de type 2 (DT2) par Foucambert (2022) en France révèle que l'obésité est un facteur important en raison de l'augmentation de l'indice de masse corporelle (IMC) à $30\text{kg}/\text{m}^2$ et du surpoids ($\text{IMC} \geq 25\text{kg}/\text{m}^2$). En outre, il ajoute que l'alimentation et l'inactivité physique, ainsi que la sédentarité présentent des risques de développer un diabète en l'occurrence le DT2 (Foucambert, 2022). Dans la communauté, force est de constater que dans le domaine de la santé, la culture influence négativement nos attitudes, face à l'acceptation des mesures préventives. Ces mesures sont entre autres les tests de dépistage, la lutte contre l'obésité et la sédentarité, l'adoption d'une alimentation saine et équilibrée etc. Le système de soins de la biomédecine est plus orienté dans le format de diagnostic et

traitement, occultant largement le volet préventif et les déterminants de la santé. En effet, le DT2 hormis les antécédents familiaux et les facteurs génétiques est souvent la conséquence d'une alimentation déséquilibrée associée à une vie sédentaire, ce qui occasionne le surpoids, l'obésité (Fédération Internationale du diabète, 2024 ; OMS, 2023).

L'anthropologie de la santé, branche de l'anthropologie générale est selon Tremblay (1982), une des sciences humaines dont les traditions de recherche portent à la fois sur le biologique, le psychologique et le culturel. Elle peut dans des voies comparatives, apporter une contribution importante sur les perspectives conceptuelles de la santé, de la maladie et dans la conception des pratiques professionnelles. Dans une perspective anthropologique, les connaissances, les perceptions et les pratiques sociales influençant la survenue du diabète à Cotonou, sont analysées. Ainsi, la question est de savoir quelles sont les connaissances, les perceptions et pratiques sociales en lien avec les comportements à risque de la survenue de la maladie diabétique, dans la commune de Cotonou ?

L'objectif de cet article est de documenter les perceptions et les connaissances des acteurs sociaux exposés au diabète tout en décrivant les pratiques vécues quotidiennement par les acteurs sociaux affectés. Une démarche méthodologique est adoptée pour aborder cet objectif de recherche.

2. Cadre et Méthodes de recherche

La recherche s'est déroulée au Bénin dans la commune de Cotonou, située dans le département du Littoral. Elle est une ville cosmopolite à la croisée de plusieurs cultures et pratiques sociales. Ses caractéristiques géographique, démographique, économique et sanitaire sont présentées pour comprendre les comportements à risque qui exposent sa population au diabète.

2.1. Présentation de la commune de Cotonou

La commune de Cotonou est située sur le cordon littoral dont elle tire son nom de département du Littoral, issu du dernier découpage administratif du Bénin du 15 janvier 1999. D'une superficie de 79 km² (0,07 % du territoire national), elle est située au croisement des 6°20 de parallèle Nord et de 2°20 de méridien Est, limitée par le lac Nokoué au Nord, l'océan Atlantique au Sud, la commune de Sémé-Podji (du département de l'Ouémé) à l'Est et la commune d'Abomey-Calavi (du département de l'Atlantique) à l'Ouest. C'est le seul département du pays qui compte une seule commune, avec 13 arrondissements et 164 quartiers de villes. Cotonou abrite la plupart des infrastructures administratives et politiques du pays. Une grande partie de la population y travaille.

La population du département du Littoral dénombrée au RGPH4 de mai 2013 est de 679.012 habitants La densité de la population est de 8.595

habitants au km². Le littoral est un département cosmopolite où cohabitent plusieurs ethnies. Toutefois, les Fon et apparentés (56,5%), les Adja et apparentés (17,7%) et les Yoruba et apparentés (10,9%) constituent les trois ethnies d'importance démographique appréciable. Sur le plan religieux, les chrétiens représentent respectivement 12,2% de la population. En raison de cette forte cohabitation, on note une variété de pratiques culturelles en lien avec l'alimentation, la santé et l'hygiène de vie, ce qui explique la pluralité des perceptions sociales associées au diabète et la méconnaissance des facteurs de risque.

Cotonou est la capitale économique du Bénin. Les activités les plus dominantes sont le commerce, la restauration et l'hébergement (40,5%), les industries manufacturières (14,6 %) et les autres services (24,7%). Cette prédominance du secteur tertiaire s'explique par la présence du port autonome, du plus grand marché du Bénin « Dantokpa », qui brasse un flux commercial important. Même si le Bénin est un pays essentiellement agricole dont le secteur primaire relatif à l'agriculture occupe 47 % de la population active, c'est le secteur tertiaire (activités portuaires comprises) qui contribue à hauteur de 55% au produit intérieur brut (PIB), contre 32 % pour le secteur primaire et 13 % seulement pour le secondaire (PDC, 2022).

Sur le plan sanitaire, la commune de Cotonou abrite de grands centres hospitaliers et universitaires du niveau national. Il y a le Centre National Hospitalier et Universitaire Hubert Koutoukou Maga (CNHU-HKM) qui regorge de toutes les unités de spécialité comme la clinique universitaire d'endocrinologie et métabolisme. Malgré la couverture en infrastructures sanitaires estimée à 83% au Bénin, la part des ressources financières allouées au secteur de la santé par l'Etat est insignifiante, variant entre 6 % et 8 % du budget général annuel de l'Etat. Les ménages supportent 42,2% des dépenses de Santé, ce qui limite leur accès aux soins et aux services de santé. Au Bénin, 53,9 % de la population dépense moins d'un dollar par jour et 35,2 % des habitants vivent en dessous du seuil de pauvreté, avec de fortes inégalités croissantes entre les sexes et les régions (OMS ,2015). C'est un facteur explicatif du faible taux de fréquentation des formations sanitaires (PDC4, 2022), ce qui met en exergue la difficulté pour les populations à faire un suivi régulier de leur état sanitaire.

2.2. Dispositif méthodologie

Cette recherche est de nature mixte. La méthode probabiliste a été utilisée pour réaliser le sondage et établir le lien entre l'adoption des comportements à risque et l'exercice de certaines professions. Suivie du recueil des opinions des enquêtés sur les causes possibles du diabète par des données chiffrées (Monnot, 2018). La méthode non probabiliste à travers le choix raisonné a permis l'analyse des connaissances, perceptions et pratiques

sociales quotidiennes, en lien avec ces comportements à risque. Mais aussi de sélectionner les acteurs sociaux à partir de critères définis tels que : être un malade ou un parent d'un malade, être un acteur du système sanitaire en lien avec les MNT. Ce choix s'inscrit dans la vision de Fassin (1992), pour qui « les techniques qualitatives peuvent avoir cette double fonction : celle d'identifier l'impondérable et de dévoiler l'invisible ». Elle a également permis d'investiguer divers aspects socioculturels portant sur la connaissance, les savoirs, savoir-faire et savoir-être de la population d'étude. La démarche méthodologique repose donc sur une approche mixte qui a permis d'appréhender non seulement les connaissances des acteurs sociaux sur le diabète et les facteurs de risques liés au mode de vie. De plus, elle a abouti au recueil de leurs perceptions sur les comportements à risque de survenue de la maladie et leurs pratiques sociales quotidiennes exposant au diabète.

Au total, l'entretien a été réalisé avec quarante-huit (48) acteurs sociaux ont été retenus et répartis en trois catégories à savoir :

- **les détenteurs de droits** : ce sont les patients souffrant du diabète en traitement ambulatoire. L'entretien a eu lieu avec trente-huit (38) d'entre eux, pour documenter leurs connaissances et perceptions sur les comportements à risque exposant au diabète. Leurs pratiques sociales quotidiennes sont renseignées pour comprendre leur vécu et leurs habitudes de vie entraînant la maladie. Ces malades sont retenus à partir de la base de données des dossiers des patients diabétiques suivis dans les centres de santé de prise en charge du diabète à Cotonou. Il s'agit de la Clinique Universitaire d'Endocrinologie Métabolisme et la banque d'Insuline.
- **les détenteurs de responsabilité** : Ce sont les soignants modernes qui sont en contact avec les malades au cours de leur traitement ambulatoire. Les soignants traditionnels appartiennent aussi à cette catégorie. Un effectif de huit (08) est retenu.
- **les détenteurs d'obligation** : il s'agit de deux (02) autorités sanitaires, institutionnelles notamment les responsables du programme national de lutte contre les maladies non transmissibles (PNLMNT).

Des entretiens semis-directifs et observations ont été réalisés auprès de divers acteurs sociaux dans leur environnement de travail (centre commercial, les administrations, centre de santé, ménages). La collecte de données s'est effectuée durant la période de juillet à décembre 2024, avec le consentement des acteurs préalablement requis et dans l'anonymat.

Les données quantitatives recueillies ont été traitées à l'aide du logiciel Microsoft Word 2016, pour faire la saisie, les tableaux et graphique. En plus de la transcription, les données qualitatives ont fait l'objet d'une analyse de contenu. Schreier (2012) rapporte que cette analyse permet de situer les parties

successives du matériel dans des catégories issues d'une trame de codage pour identifier les termes récurrents. Un croisement des différents points de vue issus des entretiens et leur triangulation ont abouti à l'élaboration d'un plan d'analyse, et les verbatim utilisés pour illustrer les différents points de vue pertinents dégagés de la description. Les données documentaires sont également exploitées et portent sur les rapports de l'OMS, du Ministère de la Santé, les documents scientifiques et autres ouvrages relatifs au diabète. Le modèle d'analyse mobilisé est la théorie de la pratique de Bourdieu et Giddens (2000). Une théorie qui propose de partir des pratiques et non des individus, de considérer celles-ci comme des blocs d'activités, de significations, de compétences et d'objets, et d'étudier comment elles se transforment.

3. Résultats

La maladie n'est pas seulement un problème biologique, mais un phénomène, qui englobe toutes les institutions sociales d'une société, à savoir les dimensions culturelles, organisationnelles, politiques, juridiques, économiques, familiales, religieuses, d'où sa qualification de « fait social total » par Marcel Mauss (1925). Les informations collectées auprès des personnes affectées par le diabète dans la commune de Cotonou ont permis de décrire leur profil sociologique à travers leur appartenance culturelle et/ou religieuse et leurs activités économiques ou occupations. Ces données ont servi à établir le lien entre l'influence des facteurs socioculturels et économiques sur la survenue du diabète.

3.1. Profils socioculturels et économiques des personnes atteintes du diabète

Ces acteurs sociaux sont situés dans la tranche d'âge de 24 ans à 75 ans. Ils proviennent de plusieurs régions du Bénin et du monde avec plus de 10 ethnies différentes à savoir : fon, adja, goun, bariba, peul, nagot, holli, mahi, ibo, mina, haoussa. Une diversité de cultures se remarque avec différentes pratiques alimentaires et sanitaires. L'observation faite dans la ville de Cotonou concernant les pratiques culinaires montre que dans certaines cultures, les repas sont trop gras chez certains, trop salés chez d'autres, et sucrés ailleurs. C'est dans la cohabitation de ces pratiques alimentaires que l'activité de restauration est très développée dans la commune (PDC4, 2022). Mais ceci pourrait être une piste à explorer pour établir le lien entre la forte propension à manger au restaurant et la survenue du diabète.

Ces patients exercent plusieurs activités économiques ou travaillent dans des administrations publiques et privées de la place. Ils sont dans le commerce et la restauration (35%), administrations publiques et privées (40%) et artisanat (25%). Les secteurs d'activités de ces malades diabétiques peuvent constituer des facteurs de risque de survenue du diabète. Car dans l'exercice

de leur activité, ils se retrouvent dans la sédentarité, soit en adoptant une position assise ou allongée pendant plusieurs heures. Un soignant a attiré l'attention sur la sédentarité et l'inactivité chez les fonctionnaires ou les travailleurs dans les services administratifs.

« La sédentarité est un facteur déterminant qui expose les fonctionnaires au diabète. Nous avons remarqué que beaucoup d'entre eux en souffrent. Mais, force est de constater que les agents, travaillant dans les bureaux des services administratifs, n'ont pas cette information afin de corriger les mauvaises habitudes » (soignant, Cotonou).

Les caractéristiques socioculturelles et économiques décrites, ont permis de retenir que les facteurs culturels et économiques présentent des risques de survenue du diabète. Mais, ces facteurs de risque ne sont pas bien connus par les malades diabétiques qui véhiculent une pluralité de perceptions sociales sur les causes de survenue.

3.2. Connaissances et perceptions sociales sur les facteurs de risques exogènes de survenue du diabète

Deux types de causes entraînent le diabète. Il existe les facteurs intrinsèques et ceux extrinsèques. Les causes intrinsèques sont liées à l'individu comprenant la prédisposition génétique et le dysfonctionnement du système immunitaire. Elles se rapportent souvent au cas du diabète de type 1 (DT1). Mais les facteurs extrinsèques proviennent du mode de vie de l'individu portant sur la sédentarité, le surpoids, la mauvaise alimentation, des maladies concomitantes comme la pancréatite, fibrose kystique et de la prise de certains médicaments (FID, 2022). Les facteurs extrinsèques sont dus à des éléments extérieurs qui viennent aggraver l'organisme. Ils représentent les facteurs de risque de développer le diabète en particulier le DT2 étroitement liés aux habitudes de vie moderne, se rapportant aux comportements des individus qui peuvent donc être modifiés (PNLMNT, 2019). Ces facteurs exogènes tiennent compte aussi de l'environnement pour augmenter le risque. Mais, il est important de savoir si ces informations sont connues des patients. A partir des profils établis des patients, leurs connaissances et leurs perceptions sur les facteurs de risque de survenue du diabète sont identifiées et appréciées.

3.2.1. Une connaissance limitée des facteurs de risque du diabète

Les personnes atteintes du diabète qui ont été approchées. Ils ont diverses informations sur les causes de la maladie. Pour les uns, le diabète est essentiellement une maladie dont la source est la présence de la pathologie dans le génotype de la famille.

« Pour moi, ce qui peut causer le diabète, c'est que vous l'avez hérité de vos parents. C'est comme ça que moi-même j'en souffre. A ce que je sache, si quelqu'un n'a pas ça dans ta famille, tu ne peux pas en souffrir. Je suis sûre que mes enfants aussi vont développer la maladie » (patiente, fonctionnaire).

D'autres acteurs sociaux n'ayant pas d'antécédents familiaux ou de prédispositions génétiques, pensent que c'est un envoûtement. Ils renforcent leur avis dès lors que le malade développe des complications comme les complications rénales (nécessitant le recours à la dialyse comme traitement), les plaies incurables (pieds diabétiques), les handicaps (amputation d'un membre), les troubles visuels (cécité)..., etc. En dehors des facteurs génétiques, les patients n'ont pas réellement connaissance des autres facteurs pouvant conduire à une telle affection. Le diabète, lui-même étant une maladie à multiples facteurs qui peut survenir des complications d'une autre maladie. C'est le cas de l'apparition de plus en plus précoce du diabète de type 2, causé habituellement par la génétique, mais qui survient avec l'exposition aux données environnementaux comme certaines infections virales, les facteurs diététiques ou encore une carence en vitamine D (Bouzaouagh, 2021). Des informations disponibles à leur niveau, on comprend que les patients souffrant du diabète n'ont pas une connaissance suffisante et actualisée sur cette maladie non transmissible. Certains mettent en exergue la consommation du sucre comme une cause, sans réellement comprendre de quelle substance pourrait provenir le sucre. Ce sont des connaissances véhiculées sous l'influence socioculturelle à travers les rumeurs, les croyances et les préjugés.

« On m'a dit de réduire la consommation du sucre, en l'occurrence du sucre blanc, donc tout ce qui est sucré je l'évite pour ne pas empirer ma situation. Je ne sais vraiment comment je suis arrivée à développer cette maladie qui a trop de complication et demande un changement de ta façon de manger que tu avais depuis l'enfance » (patiente, commerçante).

Les facteurs de risque sont évoqués avec incertitude et ne sont pas réellement appréhendés comme telle. L'expression « On m'a dit » montre le doute voire l'incompréhension d'une information reçue, sans que le récepteur n'arrive à faire le décodage. Par suivisme, les malades s'adonnent à l'observance des mesures alors qu'une bonne compréhension et assimilation aiderait à adopter un changement de comportement réel.

D'après les soignants, les informations sur le diabète et les comportements à risque exposant à cette affection ne sont pas connues de la population en générale et des patients sous traitement. C'est d'ailleurs ce qui

explique l'augmentation de la prévalence ces dernières décennies ; d'où des actions de communication sur ses divers comportements à risque. Beaucoup d'études ont notifié que c'est au cours des prises de sang ou d'autres analyses sanguines qu'on le découvre fortuitement (Bouzouagh, 2021).

Les perceptions sociales sont un processus d'organisation spontanée d'impressions présentes à travers lequel l'individu appréhende une réalité (Baraquin *et al.*, 2000). Elles sont souvent formulées à partir de croyances, de normes et de valeurs sociales d'une société et sont issues des expériences quotidiennes.

3.2.2. Les perceptions sociales en lien avec les facteurs de risque de survenue du diabète

Les expériences quotidiennes, les croyances et les normes sociales provenant de l'environnement des malades sont traduites par des perceptions sociales. Une pluralité de perceptions sociales sont recensées justifiant une méconnaissance de la maladie et des différentes causes.

Selon la plupart des informateurs, « *le diabète, est héréditaire* ». C'est à travers le lien de la parenté qu'on peut avoir cette maladie. Cette idée véhiculée repose sur la prédisposition génétique comme la réalité sociale caractérisant le plus cette maladie. Selon eux, la survenue de la maladie relève aussi des antécédents familiaux. Mais c'est seulement le diabète de type 1 qui se manifeste par cette source. Alors que le diabète de type 2 qui est développé par environ 90% des malades ne sauraient provenir seulement d'une cause génétique mais plutôt des facteurs comportementaux (Kérékou *et al.*, 2021 ; Foucambert, 2022). Certains pensent que « *c'est une maladie des personnes obèses* ». Pour ceux qui partagent ce point de vue, le poids de la personne est un facteur qui augmente le risque. Cette perception met en avant la morphologie comme une source entraînant la maladie du diabète. Mais, il serait important de comprendre les comportements et les pratiques qui sont à la base de l'augmentation de l'indice de la masse corporelle. D'autres expliquent que « *le diabète vient quand on consomme beaucoup de sel et de sucre* ». Ici, l'accent est mis sur l'alimentation sans une précision. Pour d'autres, « *le diabète c'est une maladie spirituelle* » dont la cause ne saurait être vraiment appréhendée.

Au Bénin, les maladies sont souvent comprises à travers un angle culturel et spirituel, où les causes traditionnelles, telles que la sorcellerie, la transgression aux lois des dieux. Des esprits sont régulièrement invoqués. C'est une perception qui influence nettement la manière dont les maladies sont traitées, et est indispensable pour comprendre les logiques et les comportements (Kpatchavi, 2001). Les informateurs rencontrés se sont attardés sur ces discours, mélangeant plusieurs idées sur des causes inexplicables du diabète, ce qui les conduit à adopter des comportements qui

augmentent l'incidence de la maladie. Ces raisonnements empêchent d'explorer les facteurs liés au mode de vie, de consommation qui sont influencés par les réalités socioculturelles. Une autorité de la santé explique ceci :

« Les gens consomment les repas gras, sucrés et finissent avec plusieurs bouteilles de bière. On ne contrôle rien et après c'est pour dire que c'est spirituel, c'est un envoutement ou c'est une tante ou une maladie provoquée » (autorité de la santé)

L'attention est attirée sur les habitudes de vie qui peuvent être la source des complications sanitaires. Mais la plupart des acteurs sociaux n'ont pas conscience de ces aspects comportementaux. Les pratiques quotidiennes de ces acteurs sont décrites pour montrer si elles sont vraiment informées des comportements à risque influençant la survenue du diabète et de ses complications.

3.3. Les pratiques quotidiennes de routinisation exposant au diabète à Cotonou

Les personnes atteintes ont détaillé chacune la manière dont se déroulent leurs activités économiques dans le temps et dans l'espace. Cette description porte sur leurs attitudes dans l'espace de leur activité professionnelle et leurs pratiques d'alimentation.

La sédentarité, une pratique très courante dans les administrations et les lieux de commerce

Plusieurs malades exerçant les activités comme coordinateurs des projets dans les institutions internationales du pays, les caissiers, secrétaires, assistants administratifs, banquiers, directeurs disent rester dans la position assise, pendant des heures au cours de cette recherche.

Selon l'agence Nationale de Sécurité Sanitaire (ANSES), sept heures par jour en position assise constituent un risque sanitaire majeur. Particulièrement lorsqu'elle est associée à une très faible dépense énergétique. Une réalité très peu connue des salariés et autres catégories professionnels à Cotonou. Pour préserver la santé de la population, l'agence recommande de rompre la sédentarité en se levant et en bougeant au moins 5 minutes toutes les 30 minutes, même en étant sportif. **Le message de l'ANSES est clair : lutter contre la sédentarité ne relève plus du conseil, mais d'une priorité de santé publique.** Aux entreprises, écoles et collectivités d'intégrer ces ruptures de mouvement pour éviter que le temps assis ne devienne un risque chronique pour la population active comme pour les jeunes.

Tableau I : Répartition des enquêtés par catégories socioprofessionnelles et au risque lié à l'adoption de la posture sédentaire

Catégories socioprofessionnelles	Effectif	Pourcentage (%)
Administratifs/ Employés de bureau/Télétravailleurs	17	35,41
Les commerçants / Vendeurs non ambulants	15	31,25
Chauffeurs/ Conducteurs de taxi-moto	12	25
Techniciens/ Ouvriers (BTP, garagiste, stylistes etc.)	04	8,33
Total	48	100

L'analyse de ce tableau nous montre qu'en dehors des techniciens, ouvriers (8,33%) qui sont actifs durant la pratique de leurs activités professionnelles, les autres catégories professionnelles ont un risque assez élevé d'être sédentaires ou de consommer des aliments de mauvaise qualité ; 35,41% en ce qui concerne les administratifs/ Employés de bureau et (31,25%) pour les commerçants/vendeurs non ambulants. Une situation bien liée aux conditions de travail, des comportements à risque de devenir diabétique, ignorés par la population à Cotonou.

Compréhension des enquêtés sur les causes et facteurs associés à la survenue du diabétique de type 2 à Cotonou.

Plusieurs réponses émergent de leurs compréhensions à savoir, le registre de maladie provoquée, de sorcellerie d'envoûtement, de maladie héréditaire, d'obésité, consommation d'aliments trop gras, sucre et de la sédentarité/inactivité physique.

Ci-dessous présente la répartition des répondants selon leur compréhension et perceptions sur les comportements à risque de contracter le diabète de type 2 à Cotonou.

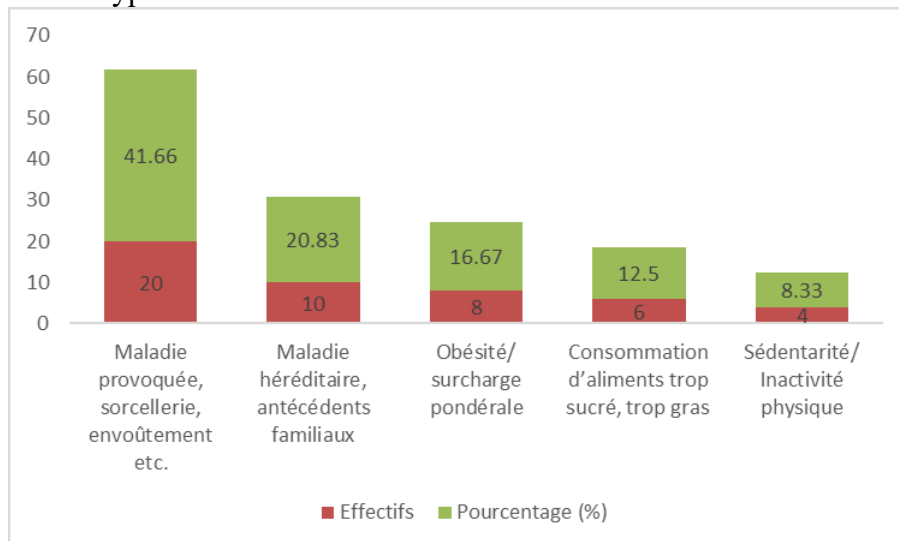


Figure 1 : Répartition des répondants sur les causes et facteurs associés à la survenue du diabète

De l'analyse de cette figure N°1, il ressort que la maladie provoquée (sorcellerie, envoûtement, etc.) est la cause la plus citée, représentant 42% des réponses. Cette proportion élevée traduit l'importance des croyances socioculturelles dans la perception du diabète. Les antécédents familiaux ou héréditaires arrivent en deuxième position avec 21%, indiquant que certains répondants reconnaissent l'existence de facteurs biologiques et génétiques dans l'apparition de la maladie diabétique. L'obésité ou la surcharge pondérale est mentionnée par 17% des répondants, ce qui montre une prise de conscience encore modérée du lien entre le surpoids et le diabète. La consommation d'aliments trop sucrés et trop gras représente 12% des réponses, révélant une faible proportion du rôle de l'alimentation déséquilibrée dans la survenue du diabète.

Enfin, la sédentarité ou l'activité physique est la cause la moins évoquée, avec 8%, traduisant une méconnaissance de l'importance de l'activité physique comme facteur de prévention du diabète. Dans l'ensemble, cette **figure 1** met en évidence une prédominance des croyances culturelles au détriment des facteurs de risque modifiables (obésité, la sédentarité, l'inactivité physique, la mauvaise alimentation, etc.) soulignant la nécessité de renforcer les actions d'information, d'éducation et de communication en santé sur les causes réelles du diabète.

Les enquêtés ne font pas le lien majeur entre le mode vie actuel et la survenue du diabète de type 2. Les conséquences sanitaires de la sédentarité sont largement documentées. Selon l'Agence nationale de sécurité sanitaire (CNSS) en France 2025, la sédentarité sur le plan scientifique, se définit par une situation d'éveil en position assise ou allongée. Quand elle est prolongée, elle augmente la mortalité et favorise le diabète de type 2, l'obésité, les maladies cardiovasculaires, ostéoarticulaires, respiratoires et certains cancers. Une alerte donnée fait remarquer qu'une population massive est exposée à ce risque, et que les adultes cumulent en moyenne sept heures de position assise par jour, souvent devant les écrans.

Cette étude se trouve renchérie ici par les propos d'un de nos enquêtés qui déclare :

« Moi, je vous dis que si je dois encore refaire un choix pour la profession que je désire, je ne vais plus choisir de travailler dans une institution internationale. Des réunions, des ateliers, voyages par-ci et par-là, des rapports de séances à faire, toujours assis. Depuis que je suis devenu diabétique, j'ai compris beaucoup de choses, en plus du traitement de l'hypertension, s'ajoute celui du diabète et un régime à suivre pour perdre de poids et l'équilibre de la glycémie. Ma vie a changé, on dirait un nouveau départ, je ne vis plus, il faut faire attention à tout ce qu'on doit manger, ce n'est plus comme

avant » (patient, personnel d'une institution internationale de la place).

Une réalité surprenante pour beaucoup à cause de l'ignorance de ces facteurs de risque. Notre enquête poursuit en disant ceci :

« Croyez-moi, dans mon département, nous sommes nombreux à traîner les mêmes ordonnances, à circuler dans les hôpitaux. Tout le temps, tu entends demain j'ai rendez-vous avec mon médecin. Oui, à quoi ça sert d'avoir un métier bien rémunéré et soumis à des contraintes professionnelles qui vont t'amener à avoir des ennuis de santé plus tard. (Patient, personnel d'une institution internationale de la place).

Des entretiens faits avec les enquêtés, un personnel d'une administration décrit sa journée au service.

« Quand tu viens au service, chacun est dans son bureau dans la position assise, si rien ne te fait lever, ce n'est qu'à la pause que tu sors manger et tu reviens dans ta chaise. Ça fait à 17 heures 30 tu sors et tu rentres par un taxi toujours dans la position assise. S'il n'a pas d'activités ou des usagers, vraiment on est tout le temps assis et tu remarques souvent que tout ton pied s'enfle quand tu n'as pas du tout bougé dans la journée » (patient, personnel administratif).

Cet extrait de discours explique comment l'exercice de sa profession, lui impose une posture sédentaire au quotidien. La sédentarité, un des facteurs de risque de survenue du diabète de type 2, est une situation d'éveil caractérisée par une faible dépense énergétique en position assise ou allongée (Foucambert, 2022). Il est souvent observé que beaucoup sont assis dans les bureaux, c'est d'ailleurs la position dans laquelle on se met pour réaliser beaucoup de tâches. Dans ce confort, il est peut-être difficile de comprendre que c'est un risque sanitaire qu'on en court.

D'un autre côté, des patients ont décrit leur semaine de travail assez occupé en position assise du lundi au samedi et ceci, du matin au soir. Le dimanche qui est leur seul jour de repos est consacré à la vie religieuse. Cette routine n'offre du temps pour faire des activités physiques. En dehors de la sédentarité, il y a le manque d'activités physiques qui s'ajoute aux conditions de travail. On peut retenir que les conditions de travail de certaines personnes atteintes du diabète les exposent au risque de contracter le diabète.

La situation est semblable chez les patients exerçant dans le commerce, car toute la journée et durant toute la semaine, ils sont à la boutique ou au

magasin pour vendre. Ce n'est qu'à l'arrivée d'un client que s'opère un changement de position. Une femme commerçante présente son cas.

« Comme vous me voyez dans ma boutique, c'est mon bureau ça et c'est là je passe toute la journée jusqu'à 19 heures parfois plus tardivement. Je passe la plupart du temps dans la position assise, si je suis fatiguée je m'allonge. C'est quand un client vient que tu te lèves. Sinon ce sont les ouvriers qui servent les clients » (patiente, commerçante).

Cette patiente raconte aussi les conditions dans lesquelles sa journée se passe. On comprend que l'activité économique pratiquée, présente des risques de développer cette affection chronique. Foucambert (2022) renseigne sur l'importance de l'activité physique et les conséquences de la sédentarité. Selon l'auteur, l'inactivité physique est, elle-même un facteur de risque d'obésité qui est le premier facteur de risque exogène de DT2.

Une routine des pratiques alimentaires déséquilibrées

Les pratiques alimentaires des acteurs qui sont adoptées durant une journée prennent en compte l'alimentation depuis la matinée jusqu'à la tombée de la nuit. Pour la plupart, il faut s'acheter à manger dans les restaurants ou auprès des bonnes dames tout au long de la journée.

« Je mange le matin arrivé au bureau, à midi également. Mais le soir, je rentre pour dîner en famille. Si je fais le point je mange plus au dehors. On ne sait pas tout ce qu'on nous donne à manger, si c'est tout ça qui nous rend malade » (patient, fonctionnaire)

« Comme vous le voyez déjà à 6h30min, j'ai quitté ma maison, ma femme n'a pas encore préparé le repas et je ne peux attendre cela. Donc tout ce que je mange c'est au dehors. Parfois c'est à 23 heures que tu arrives à te libérer avant de parcourir plusieurs kilomètres pour aller chez toi fatigué. On est obligé de manger encore le soir au dehors » (patient, artisan)

Cet extrait expose la forte dépendance de s'alimenter au dehors des acteurs durant leur journée de travail. Chez d'autres ce sont les contraintes des activités économiques qui conditionnent leur habitude alimentaire. On constate que l'hygiène alimentaire n'est pas réellement respectée, ni un régime alimentaire adapté pour maintenir la santé ou tenir compte des spécificités de son organisme. Cette situation met en cause une alimentation équilibrée du moment où la consommation du sel, du sucre ou du gras n'est pas souvent contrôlée. En outre, les habitudes alimentaires consistent aussi pour ces

acteurs à consommer souvent des boissons alcoolisées ou sucrées après les repas. Tout ceci peut constituer des facteurs de risque ne respectant les normes de la nutrition.

« Souvent au bureau, on va manger en groupe, tout le monde achète son repas et complète ça par une boisson selon sa préférence. On a dit de ne pas exagérer avec le sucre donc moi je prends une ou deux bières chaque midi après le repas. »
(Patient, Commerçant)

L'information selon lequel l'excès du sucre serait à la base des maladies comme le diabète amène les consommateurs à préférer la bière. L'alcool intervient alors dans l'habitude alimentaire. Mais, sa consommation pourrait constituer aussi un risque pour la santé.

De même, on s'est intéressé à la consommation des fruits pour composer un repas équilibré. Sur les 38 patients, ce n'est qu'une dizaine de personnes qui en consomment régulièrement. Souvent, le manque de moyens financiers ou l'habitude alimentaire acquise culturellement empêchent d'observer cette mesure.

« C'est difficilement on trouve de l'argent pour manger et se remplir le ventre. Et on va encore prévoir l'argent de fruits. Ça c'est une fois en passant. Chez moi c'est quand je suis malade que je prends des fruits ou à une fête ou durant le carême que c'est régulier. Sinon, bien manger c'est déjà accompagner le riz ou la pâte de poisson, ou de l'œuf ou de la viande. Et c'est tout » (patiente, commerçante)

Il ressort de ce discours que la pratique de consommation des patients montre une récurrence allant à une stabilisation de pratiques alimentaires sans fruits. Cette habitude s'est stabilisée dans le style de vie de plusieurs personnes. L'héritage culturel alimentaire porte sur la composition d'un repas de glucides et de protéines. Parfois, l'alimentation se limite aux glucides dans le but de remplir le ventre pour des raisons financières, temporelles. Elle se résume simplement à l'habitude acquise depuis l'apprentissage des techniques de corps dont le groupe social se trouve à l'origine de la création (Mauss, 1950). L'accompagnement d'un repas de fruits ou de jus de fruits est sporadique et intervient dans des situations données nécessitant un repas équilibré (cas de maladie, fête, invitation). La malnutrition est un état de mauvaise nutrition causée par un apport énergétique et/ou nutritionnel insuffisant, excessif ou déséquilibre qui affecte l'organisme ou peut entraîner des carences, des surpoids ou des maladies (OMS, 2020). En décrivant les différentes pratiques alimentaires, on s'aperçoit d'une part, que les acteurs sociaux ont une mauvaise nutrition à cause d'un apport nutritionnel insuffisant

dans le cas de ceux qui ne respectent pas la prise régulière des fruits et légumes, sources de vitamines et de minéraux pour l'organisme. D'autres part, c'est un apport excessif provenant de la consommation de l'alcool, du sel, du sucre ou du gras dont Le contrôle constituerait une nuisance pour l'organisme. Leurs pratiques alimentaires sont surtout caractérisées par une dénutrition pour raison financière évoquée. Ce qui est un facteur de risque influençant la survenue du diabète. Les déséquilibres nutritionnels et la sédentarité observés dans la ville de Cotonou sont mauvais pour leur état sanitaire, car ils participent de plus en plus à la « propagation » du DT2 (Foucambert, 2022). Ils deviennent des pratiques récurrentes qui s'imposent aux patients dans le but de gérer leurs activités économiques.

Discussion

La connaissance des facteurs de risque de survenue du diabète reste très insuffisante au niveau des patients, ce qui s'élargit à une bonne partie de la population en général. Car, les résultats de plusieurs études menées aussi bien au Bénin que partout ailleurs dans le monde ont révélé la méconnaissance des cas et les retards de diagnostic (Foucambert, 2022 ; Kérékou *et al.*, 2021 ; Gninkoun *et al.*, 2021). Cette situation montre un déficit d'informations claires et précises sur les facteurs de risque de survenue du diabète quel qu'en soit le type. Dans le cas du DT2 qui est le plus développé, Massaoudi (2018) souligne que l'origine est multi factuelle associant à la fois les facteurs génétiques et ceux comportementaux et environnementaux (le surpoids, et la sédentarité, abus d'alcool etc). Il apparait donc important d'intensifier les actions de sensibilisation pour actualiser vulgariser les différentes évolutions que connaissent la maladie du diabète. Au Bénin, cette responsabilité incombe aux différentes autorités de la santé et en l'occurrence au Programme national de lutte contre les maladies non transmissibles (PNLMNT). Ces résultats montrent une connaissance limitée des facteurs de risque surtout ceux liés aux causes exogènes avec un niveau de sensibilisation très faible voir inégal. Dans ce sens, l'interprétation des différentes données révèle une focalisation des connaissances sur les facteurs d'hérédité ou génétiques. Pour d'autres, c'est la dimension socioculturelle reposant sur les croyances et les normes sociales comme l'origine de la maladie.

Des pratiques de consommation provenant des styles de vie comme facteurs de risque

En se basant sur la description des profils socio-économiques, on se rend compte que beaucoup de facteurs exogènes proviendraient de leur vécu quotidien. Par exemple, la sédentarité dans laquelle leurs conditions de vie les entraînent est une habitude de vie peu saine. De même, ces différentes pratiques viennent s'ajouter à la sédentarité et pourrait entraîner un surpoids

en l'absence des activités physiques. Cette mise en relation est très peu perçue par la population. Un soignant donne des éclaircissements sur le vécu quotidien problématique d'un fonctionnaire.

« L'adoption d'un mode de vie sédentaire, caractérisé par une position assise prolongée de plus de 8h consécutives au bureau, expose le fonctionnaire à des risques de santé majeur. Cette sédentarité, souvent couplée à une alimentation riche en graisses et en sucres ainsi qu'à un manque d'activité physique, favorise l'apparition de nombreuses maladies non transmissibles au-delà du simple diabète. Il est crucial de sensibiliser sur l'importance de rester actif et de pratiquer une activité sportive régulière pour briser cette routine délétère et préserver son capital santé » (Soignant).

Il poursuit en disant ceci :

« En tout cas, tant que les calories qu'on mange dans la journée, ne s'éliminent pas avec des efforts qu'on aurait eu à dépenser, le surplus va s'accumuler en graisse dans notre corps petit à petit »

Ces verbatims illustrent le fait que plusieurs facteurs de risque liés aux habitudes de vie, ne sont pas réellement connus de tous. Si Giddens (1984) explique que l'analyse des faits sociaux contemporains nécessite une prise en compte des styles de vie et des pratiques qui leurs sont associées, il est utile de comprendre les styles de vie que mènent ces patients diabétiques et les pratiques de consommation qui sont récurrentes dans leur vécu pouvant expliquer la survenue de la maladie. Les informations mettent en exergue les activités économiques qu'exercent ces derniers qui entraînent l'adoption de façon récurrente des comportements à risque de survenue du diabète. On retient les activités de commerce, de fonction dans les administrations publiques et privées (caissiers, secrétaire, directeurs, gestionnaire et les coordinateurs de projets etc.). La récurrence se comprend par le fait d'une reproduction dans le temps et dans l'espace des activités ou des occupations permettant d'adopter l'habitude qui devient la pratique de consommation (Dubuisson-Quellier et Plessz, 2013). Les personnes affectées du diabète ont développé des styles de vie à cause de leur routine professionnelle. L'espace (bureau, boutique, lieu de travail) et le temps (jour, semaine, mois, année) ont permis d'adopter des habitudes de sédentarité, d'inactivité physique et de pratiques alimentaires peu équilibrées. Ces deux dimensions spatiales et temporelles produisent « habitude, routine, contrainte » (Giddens, 1991 ; Randles et Warde, 2006) qui justifient l'adoption de ces pratiques de consommation (sédentarité, alimentation déséquilibrée). La récurrence, la

routine et l'habitude caractérisant le style de vie ont facilité la survenue du diabète. Les pratiques quotidiennes développées durant leurs activités économiques sont devenues récurrentes dans le temps conduisant par la suite à une forme de routinisation y compris la contrainte.

La contrainte s'installe dès lors que les pratiques routinières comme aller manger hors de la maison, rester dans la même position (assise) pour réaliser les tâches s'imposent.

Nécessité de sensibilisation pour un changement de comportement

Une sensibilisation globalisante est une approche pouvant conduire à un changement des comportements à risque ayant entraîné la survenue du diabète chez ces patients. Elle peut se centrer sur la présentation des différentes causes (intrinsèques et extrinsèques) et leur imbrication sur le développement du diabète car avec les facteurs exogènes, personne n'est épargnée.

L'Institut National pour la recherche en Santé (INRS)/France propose des leviers d'action pour renverser la tendance en ce qui concerne les postures sédentaires. Il est possible d'agir sur :

- **L'organisation du travail** : alterner les tâches réalisées en postures sédentaires avec d'autres tâches permettant de se lever ou se déplacer, laisser au salarié la possibilité de s'octroyer des pauses actives et régulières ;
- **L'aménagement des espaces de travail** : installer des espaces photocopiers à l'écart des postes de travail, des espaces de convivialité permettant de choisir entre posture debout et assise, des salles de réunions « actives » avec du mobilier permettant d'alterner différentes postures de travail ;
- **L'aménagement des postes de travail** : mettre à disposition des bureaux à hauteur variable, des ergocycles ou d'autres dispositifs compatibles avec l'activité réalisée et permettant d'alterner les postures de travail ;
- **L'information et la formation** des salariés sur ces postures et les risques associés, avec pour objectif de les inciter à rompre régulièrement les postures sédentaires et à limiter au maximum leur durée cumulée.

Mais les pratiques socioculturelles sont tout aussi déterminantes dans la survenue du diabète liées à l'alimentation dès lors que des groupes socioculturels développent des pratiques alimentaires, pouvant exposer au diabète. Ce sont des informations qui sont ignorées et peu discutées. Pour élargir le champ de sensibilisation et augmenter le taux d'écoute, une communication de proximité intégrant les réseaux, les associations et les groupes culturels est la mieux appropriée. Car dans un processus de

sensibilisation et de communication, certaines personnes peuvent en influencer d'autres (Benoit-Moreau et *al.*, 2011). Ainsi, les institutions en charge des politiques sanitaires se chargeront de fournir les messages essentiels pour la prévention des maladies chroniques sévissant. Ces informations doivent être relayées, médiatisées dans le but de sensibiliser les populations dans leur spécificité. Les causes exogènes relatives aux facteurs culturels, aux habitudes et la routine sont difficiles à modifier. Il revient non pas de se cramper à l'individu mais de trouver des stratégies pour encadrer les pratiques en matière de santé, d'alimentation, de sport pouvant aider à mieux informer et sensibiliser pour un changement de comportement, dans le cadre des actions publiques (Bourdieu, 2000). A titre illustratif, les séances de sensibilisation peuvent être organisées par l'administration ou dans les églises afin de soulever les mouvements d'ensemble. La prise en charge du diabète doit intégrer une approche globale, associant les dimensions physiques, psychosociales, culturelles et économiques de l'individu malade. La sensibilisation et la mise à disposition de la population, des informations essentielles sur la prévention et les facteurs de risque du diabète. Pouvoir agir sur les comportements individuels et consolider la capacité des personnes à faire des choix éclairés : renforcer l'éducation à la santé dès le plus jeune âge par les méthodes coordonnant campagne nationale, action locale et une implication forte des personnes (Chassang et Gautier, 2019). Dans ce sens, le Programme National de Lutte contre les Maladies Non Transmissibles (PNLMNT) a mis en place une formule pour sensibiliser les populations sur la prévention et les comportements à risque de survenue des maladies non transmissibles. Présentée par le point focal Nutrition de cette institution, Carmelle MIZEHOUN, pharmacienne-nutritionniste, la recommandation sous « une formule magique » préventive fondée sur des habitudes de vie saines sous ce groupe de « 0-0-5-30-3P » (PNLMNT, 2025). Elle se décline comme suit ;

- 0 tabac
- 0 alcool
- au moins 5 portions de fruits et légumes/jr
- au moins 30 mn d'activité physique/jr
- et l'adoption d'une alimentation Peu salée, Peu sucrée et Peu grasse.

Cette recommandation met l'accent sur les normes sanitaires qui pourraient être recadrées avec les pratiques alimentaires, de pratiques d'activités physiques pour prévenir les MNT. Les populations malgré leurs particularités socioculturelles pourraient s'en inspirer pour modifier leur manière de se nourrir et maintenir une hygiène de vie. Car l'alimentation mal équilibrée entraîne des problèmes de santé et des complications pour l'organisme des personnes atteintes du diabète et autres MTN (Kérékou *et al.*,

2021 ; Gninkoun *et al.*, 2021). Mais la stratégie pour rendre accessible cette information à la population de Cotonou et du Bénin reste l'inquiétude pour faire connaître les comportements de risque de survenue des MNT dont le diabète et les stratégies de prévention.

Conclusion

La méconnaissance et l'incompréhension des facteurs de risque de diabète, dans un contexte de l'urbanisation accrue de la ville de Cotonou, carrefour d'une multitude de cultures et civilisation est un fait réel. Les perceptions, les mythes, croyances et discours populaires font entrave à l'adoption des attitudes préventives divulguées par certaines institutions telles que l'OMS lors des campagnes pour la journée mondiale de lutte contre le diabète, le 14 novembre de chaque année. L'OMS (2020) spécifie que l'activité physique régulière favorise le bien-être psychologique, la santé des muscles et des os et réduit la tension artérielle chez les personnes souffrant d'hypertension. Il est important de développer des stratégies de prévention chez les acteurs sociaux afin de ralentir l'évolution de cette maladie dont les facteurs de risque ne sont pas encore totalement maîtrisés. C'est en réalité, les styles de vie qui entraînent l'adoption des comportements routiniers qui peuvent être définis comme des pratiques de consommation (Giddens, 1991). L'effet négatif de ces pratiques pourrait être limité en pesant à une solution d'engager des conversions, des sensibilisations sur ces pratiques de consommation dans le but de défaire des routines et réinstaurer des formes de réflexivité chez les individus (Dubuisson-Quellier, 2012 ; Dubuisson-Quellier et Plessz, 2013). Ce faisant, les populations pourraient être amenées à l'observance des pratiques d'alimentation et de modes de vie saines non pas de façon individuelle, mais en éduquant les communautés, les groupes à s'adapter à l'évolution du monde en proie aux maladies chroniques. La santé communautaire reste une approche qui aiderait à réussir les sensibilisations.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

Déclaration relative aux participants humains : cette étude a été approuvée par l'École doctorale pluridisciplinaire « Espaces, Cultures et Développement » (EDP/ECD) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC) et par le Ministère de la Santé (MS), à travers le Centre national hospitalier et universitaire Hubert

K. Maga (CNHU-HKM) de Cotonou, le Service de la statistique médicale et de la recherche, sous le n° 0050/MS/CNHU-HKM/PCME/SSMR. Les principes de la Déclaration d'Helsinki ont été respectés.

References:

1. Alassani, A., Dovonou, C. A., Gninkoun, J., Wanvoegbè, A., Attinsounon, C., Codjo, L., Zannou, M., Djrolo, F., & Houngbé, F. (2017). Perceptions et pratiques des diabétiques face au diabète sucré au Centre National Hospitalier et Universitaire Hubert Koutoucou Maga (CNHU-HKM) de Cotonou. *Mali Médical*, 32(3), pp. 23-27.
2. Benoît-Moreau, F. (2011). « Décris-moi tes rencontres avec les marques et je te dirai qui tu es... ». Une approche interprétative des premières rencontres marque-consommateur. *Actes des 10èmes Journées Normandes de Recherche sur la Consommation (JNRC), Rouen, France*, pp. 1-20.
3. Bouzouagh, L. (2021). *Impacts des facteurs génétiques et environnementaux sur le déclenchement du diabète de type I* [Thèse d'exercice en pharmacie, Université de Limoges]. DUMAS, p. 32. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03496626>.
4. Chassang, M., & Gautier, A. (2019). Les maladies chroniques (Avis du Conseil économique, social et environnemental). *Journal officiel de la République française.*, p. 12. https://www.lecese.fr/sites/default/files/pdf/Avis/2019/2019_14_maladies_chroniques.pdf.
5. Dubuisson-Quellier S. (2012). *Le consommateur responsable. La construction des capacités d'action des consommateurs par les mouvements militants. Sciences de la Société*, n° 82, pp. 105-125. <https://doi.org/10.4000/sds.2061>.
6. Dubuisson-Quellier, S. (2013). A market mediation strategy: How social movements seek to change firms' practices by promoting new principles of product valuation. *Organization Studies*, 34(5-6), pp. 683–703. <https://doi.org/10.1177/0170840613479227>.
7. Dubuisson-Quellier, S., & Plessz, M. (2013). La théorie des pratiques. *Sociologie*, 4(4), pp. 455-469. <https://doi.org/10.4000/sociologie.2030>
8. Fainzang, S. (2000). La maladie, un objet pour l'anthropologie sociale. *Ethnologies comparées*, (1), pp. 1-18.
9. Foucambert, L. (2022). *Effets de l'entraînement fractionné de haute intensité chez les patients atteints de diabète de type II* [Mémoire de fin d'études, Université de Limoges, ILFOMER]. Aurore, pp. 25-40.
10. Gninkoun, C. J., Edwige, O., Mansour, D. M., Adébayo, A., & Mamadou, D. A. (2021). Second États Des Lieux Des Facteurs De Décompensation Cétosique Du Diabète Au Centre National

- Hospitalier Universitaire De Cotonou. *European Scientific Journal, ESJ*, 17(29), pp. 173-188.
<https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n29p173>.
11. Giddens, A. (1991). *Modernity and self-identity: Self and society in the late modern age*. Stanford University Press. p. 256.
 12. Herzlich, C. (1984). « Médecine moderne et quête de sens » dans *Le Sens du mal - Anthropologie, histoire, sociologie de la maladie*, pp. 189-215.
 13. Kpatchavi, A. C. (2001). Savoirs locaux sur la maladie chez les Gbe au Bénin, le cas du paludisme : éléments empiriques pour une anthropologie de la santé. *Bulletin Amades*, (46), pp. 2-5.
<https://doi.org/10.4000/amades.1010>.
 14. Kérékou H. A., Dédjan A. H., & Sondjo M. (2023). Peripheral neuropathy and associated factors in diabetics at the CNHU-HKM of Cotonou in 2021. *Journal of Diabetes Mellitus*, 13(1), pp. 12-22.
 15. Massaoudi, I. (2018). *Influence des facteurs socio-culturels dans la prise en charge d'un patient immigré maghrébin de première génération, atteint de diabète de type 2 (étude qualitative)* [Thèse de doctorat en Médecine]. Université de Lyon, Faculté de Médecine Lyon Est - Rockefeller, p. 316.
 16. Monnot C. (2018). Sociologie quantitative : quelques repères méthodologiques à l'usage de l'enquête en milieu ecclésial. Pp 543-557.
 17. Schreier M. (2012). L'analyse de contenu qualitative en pratique. Édition : Première édition
 18. Warde A. (2005), « Consumption and theories of practice », *Journal of Consumer Culture*, vol. 5, n° 2, pp. 131-153. DOI: 10.1177/1469540505053090