

European Scientific Journal, *ESJ*

April 2021

European Scientific Institute, ESI

The content is peer reviewed

ESJ Natural/Life/Medical Sciences

April 2021 edition vol. 17, No. 14

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

ISSN: 1857-7431 (Online)

ISSN: 1857-7881 (Print)

About the Journal

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

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

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

Sincerely,

Jovan Shopovski, PhD

European Scientific Journal (ESJ)

Managing Editor

International Editorial Board

Jose Noronha Rodrigues,
University of the Azores, Portugal

Nino Kemertelidze,
Grigol Robakidze University, Georgia

Jacques de Vos Malan,
University of Melbourne, Australia

Franz-Rudolf Herber,
University of Saarland, Germany

Annalisa Zanola,
University of Brescia, Italy

Vayia Karaïskou,
Open University of Cyprus

Robert Szucs,
Szolnok University College, Hungary

Dragica Vujadinovic,
University of Belgrade, Serbia

Pawel Rozga,
Technical University of Lodz, Poland

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

Rashmirekha Sahoo,
Melaka-Manipal Medical College, Malaysia

Daniel Barredo,
University Laica Eloy Alfaro de Manabi, Ecuador

Georgios Vousinas,
University of Athens, Greece

Asif Jamil,
Gomal University DIKhan, KPK, Pakistan

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

Faranak Seyyedi,
Azad University of Arak, Iran

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

John Kamau Gathiaka,
University of Nairobi, Kenya

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

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

Chaudhry Zahid Javid,
Taif University, Saudi Arabia

Dejan Marolov,
European Scientific Institute, ESI

Gloria Esteban de la Rosa,
University of Jaen, Spain

Noor Alam,
Universiti Sains Malaysia, Malaysia

Rashad A. Al-Jawfi,
Ibb University, Yemen

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

Hans W. Giessen,
Saarland University, Saarbrucken, Germany

Naheed Vaida,
University of Kashmir, India

Frank Bezzina,
University of Malta, Malta

Monika Bolek,
University of Lodz, Poland

Michele Minor-Corriveau,
Laurantian University, Canada

Robert N. Diotalevi,
Florida Gulf Coast University, USA

Daiva Jureviciene,
Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania

Mariangela Giusti,
University of Milan - Bicocca, Italy

Anita Lidaka,
Liepaja University, Latvia

Rania Zayed,
Cairo University, Egypt

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

Ziad Said,
College of the North Atlantic, Qatar

Lydia Ferrara,
University of Naples, Italy

Byron A Brown,
Botswana Accountancy College, Botswana

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

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

Mona Kassem,
National Research Centre, Egypt

Cinaria Tarik Albadri,
Trinity College Dublin University, Ireland

Mahammad A. Nurmamedov,
State Pedagogical University, Azerbaijan

Thomas Fenzl,
Alps-Adria University of Klagenfurt, Austria

Henryk J. Barton,
Jagiellonian University, Poland

Stefanos Spaneas,
University of Nicosia, Cyprus

Assem El-Shazly,
Zagazig University, Egypt

Wei Hao,
Beijing Normal University, China

Saltanat Meiramova,
S.Seifullin AgroTechnical University, Kazakhstan

Rajasekhar Kali Venkata,
University of Hyderabad, India

Nishan Rafi Havandjian,
California Polytechnic State University, USA

Ruzica Loncaric,
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Croatia

Stefan Vladutescu,
University of Craiova, Romania

Anna Zelenkova,
Matej Bel University, Slovakia

Kevin B. O'Connor,
McGill University, Canada

Billy Adamsen,
University of Southern Denmark, Denmark

Nawab Ali Khan,
Aligarh Muslim University, India

Marinella Lorinzi,
University of Cagliari, Italy

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

Bianca Gioia Marino,
University of Naples Federico II, Italy

Franko Milost,
Faculty of Management, Koper, Slovenia

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

Daniel Velasco,
Chicago School of Professional Psychology, USA

N. K. Rathee,
Delaware State University, USA

Michael Ba Banutu-Gomez,
Rowan University, USA

Adil Jamil,
Amman University, Jordan

Habib Kazzi,
Lebanese University, Lebanon

Valentina Manoiu,
University of Bucharest, Romania

Henry J. Grubb,
University of Dubuque, USA

Daniela Brevenikova,
University of Economics, Slovakia

Genute Gedviliene,
Vytautas Magnus University, Lithuania

Vasilika Kume,
University of Tirana, Albania

Mohammed Kerbouche,
University of Mascara, Algeria

Adriana Gherbon,
University of Medicine and Pharmacy Timisoara, Romania

Pablo Alejandro Olavegogeochea,
National University of Comahue, Argentina

Raul Rocha Romero,
Autonomous National University of Mexico, Mexico

Oihab Allal-Cherif,
KEDGE Business School, France

Izabela Dembinska,
University of Szczecin, Poland

Driss Bouyahya,
University Moulay Ismail, Morocco

William P. Fox,
Naval Postgraduate School, USA

Rania Mohamed Hassan,
University of Montreal, Canada

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

Alicia Marchant Rivera,
University of Malaga, Spain

Lucia D'Ambrosi,
University of Macerata, Italy

Tilahun Achaw Messaria,
Addis Ababa University, Ethiopia

George Chiladze,
University of Georgia, Georgia

Elisa Rancati,
University of Milano-Bicocca, Italy

Alessandro Merendino,
University of Ferrara, Italy

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

Anastassios Gentzoglani,
University of Sherbrooke, Canada

Awoniyi Samuel Adebayo,
Solusi University, Zimbabwe

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

Berenyi Laszlo,
University of Miskolc, Hungary

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

Omar Arturo Dominguez Ramirez,
Hidalgo State University, Mexico

Francesco Lenci,
Institute of Biophysics, Italy

Hafiz Muhammad Iqbal,
University of the Punjab, Pakistan

Bupinder Zutshi,
Jawaharlal Nehru University, India

Pavel Krpalek,
University of Economics in Prague, Czech Republic

Mondira Dutta,
Jawaharlal Nehru University, India

Evelio Velis,
Barry University, USA

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

Mahbubul Haque,
Daffodil International University, Bangladesh

Diego Enrique Baez Zarabanda,
Autonomous University of Bucaramanga, Colombia

Juan Antonio Lopez Nunez,
University of Granada, Spain

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

Ashgar Ali Ali Mohamed,
International Islamic University, Malaysia

A. Zahoor Khan,
International Islamic University Islamabad, Pakistan

Valentina Manoiu,
University of Bucharest, Romania

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

Andrzej Palinski,
AGH University of Science and Technology, Poland

Jose Carlos Teixeira,
University of British Columbia Okanagan, Canada

Horst Hanke,
Technical University Darmstadt, Germany

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

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

Irina Matijosaitiene,
Kaunas University of Technology, Lithuania

Anita Auzina,
Latvia University of Agriculture, Latvia

Martin Gomez-Ullate,
University of Extremadura, Spain

Nicholas Samaras,
Technological Educational Institute of Larissa, Greece

Emrah Cengiz,
Istanbul University, Turkey

Andre Ozer,
University of Liege, Belgium

Francisco Raso Sanchez,
University of Granada, Spain

Simone T. Hashiguti,
Federal University of Uberlandia, Brazil

Tayeb Boutbouqalt,
University, Abdelmalek Essaadi, Morocco

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

Ismail Ipek,
Istanbul Aydin University, Turkey

Olena Kovalchuk,
National Technical University of Ukraine, Ukraine

Oscar Garcia Gaitero,
University of La Rioja, Spain

Alfonso Conde,
University of Granada, Spain

Mohsen Hanif,
Kharazmi University, Iran

Jose Antonio Pineda-Alfonso,
University of Sevilla, Spain

Jingshun Zhang,
Florida Gulf Coast University, USA

Rodrigue V. Cao Diogo,
University of Parakou, Benin

Salem Marzougui,
ElKef, Tunisia

Tunjica Petrusevic,
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Croatia

Olena Ivanova,
Kharkiv National University, Ukraine

Marco Mele,,
Unint University, Italy

Okyay Ucan,,
Omer Halisdemir University, Turkey

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

Matti Raudjarv,,
University of Tartu, Estonia

Cosimo Magazzino,
Roma Tre University, Italy

Susana Sousa Machado,
Polytechnic Institute of Porto, Portugal

Jelena Zascerinska,
University of Latvia, Latvia

Umman Tugba Simsek Gursoy,
Istanbul University, Turkey

Zoltan Veres,
University of Pannonia, Hungary

Vera Komarova,
Daugavpils University, Latvia

Cosmin Stefan Dogaru,
University of Bucharest, Romania

Tiffany T. Boury,
Franciscan University of Steubenville, USA

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

Stephane Zingue,
University of Maroua, Cameroon

Jawed Iqbal,
National University of Sciences & Technology, Pakistan

Tanzer Celikturk,
Pamukkale University, Turkey

Ruth Erika Lerchster,
Alpen-Adria University Klagenfurt, Austria

Pierluigi Passaro,
University of Bari Aldo Moro, Italy

Georges Kpazai,
Laurentian University, Canada

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

Natalia Sizochenko,
Dartmouth College, USA

Michele Russo,
G. D'Annunzio" University of Pescara, Italy

Nikolett Deutsch,
Corvinus University of Budapest, Hungary

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

Brian Sloboda,
University of Maryland, USA

Murtaz Kvirkaia,
Grigol Robakidze University, Georgia

Enrique Jerez Abajo,
University of Zaragoza, Spain

Yassen Al Foteih,
Canadian University Dubai, UAE

Marisa Cecilia Tumino,
Adventista del Plata University, Argentina

Luca Scaini,
Al Akhawayn University, Morocco

Aelita Skarbaliene,
Klaipeda University, Lithuania

Efthymios Papatzikis,
Canadian University, Dubai, UAE

Oxana Bayer,
Dnipropetrovsk Oles Honchar University, Ukraine

Onyeka Uche Ofili,
International School of Management, France

Aurela Saliaj,
University of Vlora, Albania

Maria Garbelli,
Milano Bicocca University, Italy

Josephus van der Maesen,
Wageningen University, Netherlands

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

Francisco Gonzalez Garcia,
University of Granada, Spain

Mahgoub El-Tigani Mahmoud,
Tennessee State University, USA

Hilal Yildirim Keser,
Bursa Technical University, Turkey

Miriam Agreda Montoro,
University of La Rioja, Spain

Claudio Tugnoli,
University of Trento, Italy

Daniel Federico Morla,
National University of Rio Cuarto, Argentina

Valeria Autran,
National University of Rio Cuarto, Argentina

Muhammad Hasmi Abu Hassan Asaari,
Universiti Sains, Malaysia

Angelo Viglianisi Ferraro,
Mediterranean University of Reggio Calabria, Italy

Roberto Di Maria,
University of Palermo, Italy

Delia Magherescu,
State University of Moldova, Moldova

Sayeeduzzafar Qazi,
University of Science and Technology, Saudi Arabia

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

Paul Waithaka Mahinge,
Kenyatta University, Kenya

Aicha El Alaoui,
Sultan My Slimane University, Morocco

Marija Brajčić,
University of Split, Croatia

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

Belen Martinez-Ferrer,
Univeristy Pablo Olavide, Spain

Rachid Zammar,
University Mohammed 5, Morocco

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

Fatma Koc,
Gazi University, Turkey

Calina Nicoleta,
University of Craiova, Romania

Shadaan Abid,
UT Southwestern Medical Center, USA

Sadik Madani Alaoui,
Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco

Patrizia Gazzola,
University of Insubria, Italy

Krisztina Szegedi,
University of Miskolc, Hungary

Liliana Esther Mayoral,
National University of Cuyo, Argentina

Amarjit Singh,
Kurukshetra University, India

Armando Carteni,
University of Naples Federico II, Italy

Oscar Casanova Lopez,
University of Zaragoza, Spain

Emina Jerkovic,
University of Josip Juraj Strossmayer, Croatia

Carlos M. Azcoitia,
National Louis University, USA

Rokia Sanogo,
University USTTB, Mali

Bertrand Lemennicier,
University of Paris Sorbonne, France

Lahcen Benaabidate,
University Sidi Mohamed Ben Abdellah, Morocco

Janaka Jayawickrama,
University of York, United Kingdom

Kiluba L. Nkulu,
University of Kentucky, USA

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

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

Leila Ghudushauri,
Tbilisi State University, Georgia

George C. Katsadoros,
University of the Aegean, Greece

Elena Gavrilova,
Plekhanov University of Economics, Russia

Kira Trostina,
Plekhanov University of Economics, Russia

Eyal Lewin,
Ariel University, Israel

Szczepan Figiel,
University of Warmia, Poland

Don Martin,
Youngstown State University, USA

John B. Strait,
Sam Houston State University, USA

Nirmal Kumar Betchoo,
University of Mascareignes, Mauritius

Camilla Buzzacchi,
University Milano Bicocca, Italy

EL Kandoussi Mohamed,
Moulay Ismai University, Morocco

Marek Semela,
Brno University of Technology, Czech Republic

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

Susana Borrás Pentinat,
Rovira i Virgili University, Spain

Jelena Kasap,
Josip J. Strossmayer University, Croatia

Massimo Mariani,
Libera Università Mediterranea, Italy

Rachid Sani,
University of Niamey, Niger

Luis Aliaga,
University of Granada, Spain

Robert McGee,
Fayetteville State University, USA

Susan Poyo,
Franciscan University, USA

Angel Urbina-Garcia,
University of Hull, United Kingdom

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

Marko Andonov,
American College, Republic of Macedonia

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

Leyla Yilmaz Findik,
Hacettepe University. Turkey

Vlad Monescu,
Transilvania University of Brasov, Romania

Virginia Pulcini,
University of Torino, Italy

Stefano Amelio,
University of Unsubria, Italy

Enida Pulaj,
University of Vlora, Albania

Christian Cave,
University of Paris XI, France

Julius Gathogo,
University of South Africa, South Africa

Claudia Pisoschi,
University of Craiova, Romania

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

Joseph Ntale,
Catholic University of Eastern Africa, Kenya

Kate Litondo,
University of Nairobi, Kenya

Maurice Gning,
Gaston Berger University, Senegal

Katarina Marosevic,
J.J. Strossmayer University, Croatia

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

Syed Shadab,
Jazan University, Saudi Arabia

Koffi Yao Blaise,
University Felix Houphouet Boigny, Ivory Coast

Mario Adelfo Batista Zaldivar,
Technical University of Manabi, Ecuador

Kalidou Seydou,
Gaston Berger University, Senegal

Iveta Reinholde,
University of Latvia, Latvia

Patrick Chanda,
The University of Zambia, Zambia

Meryem Ait Ouali,
University IBN Tofail, Morocco

Laid Benderradji,
Mohamed Boudiaf University of Msila, Algeria

Amine Daoudi,
University Moulay Ismail, Morocco

Claudio Fabian Guevara,
University of Guadalajara, Mexico

Oruam Cadex Marichal Guevara,
University Maximo Gomes Baez, Cuba

Vanya Katarska,
National Military University, Bulgaria

Carmen Maria Zavala Arnal,
University of Zaragoza, Spain

Francisco Gavi Reyes,
Postgraduate College, Mexico

Aysegul Ozbebek Tunc,
Istanbul University, Turkey

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

Mary Kathryn Mc Vey,
Franciscan University of Steubenville, USA

Patricia Randrianavony,
University of Antananarivo, Madagascar

Roque V. Mendez,
Texas State University, USA

Kesbi Abdelaziz,
University Hassan II Mohammedia, Morocco

Eugenio D'Angelo,
Pegaso Telematic University, Italy

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

Ilknur Bayram,
Ankara University, Turkey

Elenica Pjero,
University Ismail Qemali, Albania

Gokhan Ozer,
Fatih Sultan Mehmet Vakif University, Turkey

Komina Amevoin,
University of Lome, Togo

Veronica Flores Sanchez,
Technological University of Veracruz, Mexico

Camille Habib,
Lebanese University, Lebanon

Larisa Topka,
Irkutsk State University, Russia

Paul M. Lipowski,
Creighton University, USA

Jose Antonio Marin,
University of Granada, Spain

Marie Line Karam,
Lebanese University, Lebanon

Jorge Wozniak,
National University of Tres de Febrero, Argentina

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

Mohamed Berradi,
Ibn Tofail University, Morocco

Visnja Lachner,
Josip J. Strossmayer University, Croatia

Sangne Yao Charles,
University Jean Lorougnon Guede, Ivory Coast

Omar Boubker,
University Ibn Zohr, Morocco

Judit Sole Resina,
Autonomous University of Barcelona, Spain

Kouame Atta,
University Felix Houphouet Boigny, Ivory Coast

Patience Mpanzu,
University of Kinshasa, Congo

Angeles Aguilera Velasco,
University of Guadalajara, Mexico

Rachid Hsissou,
Ibn Tofail University, Morocco

Svetlana Melentijevic,
Complutense University of Madrid, Spain

Devang Upadhyay,
University of North Carolina at Pembroke, USA

Nyamador Wolali Seth,
University of Lome, Togo

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 Elgezzeery,
Suez University, Egypt

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

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

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

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

Alla Manga,
University Cheikh Anta Diop, Senegal

Lalla Aicha Lrhorfi,
University Ibn Tofail, Morocco

Ruth Adunola Aderanti,
Babcock University, Nigeria

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

Aka Koffi Sosthene,
Research Center for Oceanology, Ivory Coast

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

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

Sophia Barinova,
University of Haifa, Israel

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

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

Aderewa Amontcha,
Universite d'Abomey-Calavi, Benin

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

Rene Mesias Villacres Borja,
Universidad Estatal De Bolivar, Ecuador

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

Qamil Dika,
Sports University of Tirana, Albania

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

Hariti Hakim,
University Alger 3, Algeria

Emel Ceyhun Sabir,
University of Cukurova, Turkey

Salomon Barrezueta Unda,
Universidad Tecnica de Machala, Ecuador

Belkis Zervent Unal,
Cukurova University, Turkey

Elena Krupa,
Kazakh Agency of Applied Ecology, Kazakhstan

Carlos Angel Mendez Peon,
Universidad de Sonora, Mexico

Antonio Solis Lima,
Apizaco Institute Technological, Mexico

Roxana Matefi,
Transilvania University of Brasov, Romania

Bouharati Saddek,
UFAS Setif1 University, Algeria

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

Serigne Modou Sarr,
Universite Alioune DIOP de Bambey, Senegal

Nina Stankous,
National University, USA

Lovergine Saverio,
Tor Vergata University of Rome, Italy

Fekadu Yehualashet Maru,
Jigjiga University, Ethiopia

Karima Laamiri,
University of Moulay Ismail, Morocco

Elena Hunt,
Laurentian University, Canada

Sharad K. Soni,
Jawaharlal Nehru University, India

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

Florence Kagendo Muindi,
University of Nairobi, Kenya

Maximo Rossi Malan,
Universidad de la Republica, Uruguay

Haggag Mohamed Haggag,
South Valley University, Egypt

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

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

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

Fernando Paulo Oliveira Magalhaes,
Polytechnic Institute of Leiria, Portugal

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

Stefan Cristian Gherghina,
Bucharest University of Economic Studies, Romania

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

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

Aristide Yemmafouo,
University of Dschang, Cameroon

Gabriel Anibal Monzón,
University of Moron, Argentina

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

Arburim Iseni,
State University of Tetovo, Republic of Macedonia

Milad Reda Qelliny,
Minia University, Egypt

Raoufou Pierre Radji,
University of Lome, Togo

Juan Carlos Rodriguez Rodriguez,
Universidad de Almeria, Spain

Mohammadreza Hadizadeh,
Central State University, USAa

Mushtaq Ismael Hasan,
Thi-Qar University, Iraq

Satoru Suzuki,
Panasonic Corporation, Japan

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

Russell Kabir,
Anglia Ruskin University, UK

Nasreen Khan,
SZABIST, Dubai

Luisa Morales Maure,
University of Panama, Panama

Abdelaaziz El Bakkali,
Sidi Mohamed Ben Abdelah University, Morocco

Lipeng Xin,
Xi'an Jiaotong University, China

Harja Maria,
Gheorghe Asachi Technical University of Iasi, Romania

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

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

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

Bertin Desire Soh Fostsing,
University of Dschang, Cameroon

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

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

Ouedraogo Francois de Charles,
Joseph Ki-Zerbo University, Burkina Faso

Abdelfettah Maouni,
Abdelmalek Essaadi University, Morocco

Alina Stela Resceanu,
University of Craiova, Romania

Alilouch Redouan,
University Abdelmalek Saadi, Morocco

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

Sufi Amin,
International Islamic University, Islamabad Pakistan

Sanja Milosevic Govedarovic,
University of Belgrade, Serbia

Elham Mohammadi,
Curtin University, Australia

Andrianarizaka Marc Tiana,
University of Antananarivo, Madagascar

Ngakan Ketut Acwin Dwijendra,
Udayana University, Indonesia

Yue Cao,
Southeast University, China

Nishant Agrawal,
Nirma University, India

Audrey Tolouian,
University of Texas, USA

Alaa Abdulhady Jaber,
University of Technology, Iraq

Asli Cazorla Milla,
American University in the Emirates, UAE

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

Tabou Talahatou,
University of Abomey-Calavi, Benin

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

Hamidreza Izadi,
Chabahar Maritime University, Iran

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

Elsa Kristo,
University of Tirana, Albania

Hanaa Ouda Khadri Ahmed Ouda,
Ain Shams University, Egypt

Rachid Ismaili,
Hassan 1 University, Morocco

Bashar H. Malkawi,
University of Sharjah, UAE

Tamar Ghutidze,
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia

Emine Koca,
Ankara Haci Bayram Veli University, Turkey

David Perez Jorge,
University of La Laguna, Spain

Ousmane Tanor Dieng,
Cheikh Anta Diop University, Senegal

Irma Guga,
European University of Tirana, Albania

Ozgur Muhittin Esen,
Istanbul University, Turkey

Saif Ur Rehman,
PMAS-Arid Agriculture University, Pakistan

Jesus Gerardo Martínez del Castillo,
University of Almeria, Spain

Mohammed Mouradi,
Sultan Moulay Slimane University, Morocco

Marco Tulio Ceron Lopez,
Institute of University Studies, Mexico

Mangambu Mokoso Jean De Dieu,
University of Bukavu, Congo

Hadi Sutopo,
Kalbis Institute, Indonesia

Priyantha W. Mudalige,
University of Kelaniya, Sri Lanka

Emmanouil N. Choustoulakis,
University of Peloponnese, Greece

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

Pinnawala Sangasumana,
University of Sri Jayewardenepura, Sri Lanka

Abdelali Kaaouachi,
Mohammed I University, Morocco

Dimitrios Belias,
University of Thessaly, Greece

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

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

Amaya Epelde Larranaga,
University of Granada, Spain

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

Youssef Babakhouya,
Inje University, South Korea

Saly Sambou,
Cheikh Anta Diop University, Senegal

Daniela Di Berardino,
University of Chieti-Pescara, Italy

Dorjana Klosi,
University of Vlore "Ismail Qemali, Albania

Abu Hamja,
Aalborg University, Denmark

Stankovska Gordana,
University of Tetova, Republic of Macedonia

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

Maria Leticia Bautista Diaz,
National Autonomous University, Mexico

Bruno Augusto Sampaio Fuga,
North Parana University, Brazil

Anouar Alami,
Sidi Mohammed Ben Abdellah University, Morocco

Vincenzo Riso,
University of Ferrara, Italy

Janhavi Nagwekar,
St. Michael's Hospital, Canada

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

Xi Chen,
University of Kentucky, USA

Nawaz Ahmad,
Institute of Business Management, Pakistan

Varij Nayan,
Central Institute for Research on Buffaloes, India

Fateh Mebarek-Oudina,
Skikda University, Algeria

Nadia Mansour,
University of Sousse, Tunisia

Jestoni Dulva Maniago,
Majmaah University, Saudi Arabia

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

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

Enriko Ceko,
Wisdom University, Albania

Laura Fischer,
National Autonomous University of Mexico, Mexico

Mauro Berumen,
University of East Cancun, Mexico

Jonida Lesha,
University of Tirana, Albania

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

Hanif Qureshi,
University of Cincinnati, USA

Maria Carlota,
Autonomous University of Queretaro, Mexico

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

Bhupendra Karki,
University of Louisville, Louisville, USA

Evens Emmanuel,
University of Quisqueya, Haiti

Iresha Madhavi Lakshman,
University of Colombo, Sri Lanka

Francesco Scotognella,
Polytechnic University of Milan, Italy

Zayde Ayvaz,
Canakkale Onsekiz Mart University, Turkey

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

Rawaa Qasha,
University of Mosul, Iraq

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

Hani Nasser Abdelhamid,
Assiut University, Egypt

Pablo Ezequiel Flores-Kanter,
University Siglo 21, Argentina

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

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

Ilenia Farina,
University of Naples "Parthenope, Italy

Luisa Zanolla,
Azienda Ospedaliera Universitaria Verona, Italy

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

Adriana Burlea-Schiopoiu,
University of Craiova, Romania

Alejandro Palafox-Munoz,
University of Quintana Roo, Mexico

Fernando Espinoza Lopez,
Hofstra University, USA

Ammar B. Altemimi,
University of Basrah, Iraq

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

Davide Calandra,
University of Turin, Italy

Nicola Varrone,
University of Campania Luigi Vanvitelli, Italy

Luis Angel Medina Juarez,
University of Sonora, Mexico

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

Sameer Algburi,
Al-Kitab University, Iraq

Braione Pietro,
University of Milano-Bicocca, Italy

Mounia Bendari,
Mohammed VI University, Morocco

Stamatios Papadakis,
University of Crete, Greece

Marcelo Simon Mendes,
University of Sorocaba, Brazil

Aleksey Khlopytskyi,
Ukrainian State University of Chemical Technology, Ukraine

Sung-Kun Kim,
Northeastern State University, USA

Nemanja Berber,
University of Novi Sad, Serbia

Krejsa Martin,
Technical University of Ostrava, Czech Republic

Magdalena Vaverkova,
Mendel University in Brno, Czech Republic

Jeewaka Kumara,
University of Peradeniya, Sri Lanka

Antonella Giacosa,
University of Torino, Italy

Paola Clara Leotta,
University of Catania, Italy

Francesco G. Patania,
University of Catania, Italy

Table of Contents:

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

Nadia Edith García Medina

Yatziri Airaly Iñiguez Gasca

Alejandra Ugalde Hurtado

Karina González Zúñiga

Ángel Salvador Xequé Martínez

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

Bianka Hoxha

Arvjola Hodaj

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

Rana Kassab

Nayer Abo Elsaad

Shiern Badr

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

Kadri Sani

Harouna Amadou Mahaman Laouali

Ada Mahaman Laminou

Garba Abdoul Azize

Daou Mamane

Alberto Piubello

Adehossic Eric

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

Assalé Fori Yao Paul

Gbangbot Jean Michel Kouadio

Kessé Touvalé Marcel

Kplohi Yaba Hervé

Féa Isaac

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

Koffi-Tessio V.E.S.

Oniankitan S.

Houzou P.

Kakpovi K.

Fianyo E.

Tagbor K.

Oniankitan O.

Mijiyawa M.

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

Dadi Reine Prisca

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

Paul S. Hountondji

Silvère D. Tovignan

Ricardo L. Hountondji

Haroll Kokoye

Christian S. Adjiba

Régina D. Bonouzin

Stanislas A. Koussahoue

Fanyiou Jonas

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

Daniel Brice Nkontcheu Kenko

Anna Ewang Mekone

Jacob Mugri Ekaineck

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

Clifford M. Matara

Maureen A. Winga

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

Djaha Kouassi Jean-Mermeze

Gbané Mariam

Hounsounou Mariano

Michozounou Muriel

Coulibaly Abidou Kawélé

Diomandé Mohamed

Ouattara Baly

Eti Edmond

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

Simeon-Lancelot Dumomangi Dorcas

Okolie Nnaemeka Jireh Cosmas

Mac-Fiberesima Gborieneomie

Felix M. Onyije

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

Bazoma Bayili

Richard Ouedraogo

Hassane Sidibe

Sylvain Ilboudo

Georges Anicet Ouedraogo

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

Fida Medina

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

André Kindjinou

Hervé Koumassi

Cyr Gervais Etene

Ibouraïma Yabi

Ismâïla Toko Imorou

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

Kouadio Ahou Rosine

Tra Fulbert

Ouattara Soualiho

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

Biréga Koutora

Kodjo Abossisso Sakiye

Déladem Yaovi Guinhouya

Mibirim Agbogawo

Kokou Kouliwa Kanassoua

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

Amon Yao Nicolas

Coulibaly André

Kouakou N’Gouan Akpolët

Yao Kouakou

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

Kaouthar Mazouzi

Abdellah El Hmaidi

Rachid Bouabid

El Mâti El Faleh

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

Anowa Evrade Larissa Eba

Gabriel Etienne Ake

D'avila Françoise Gouadou

Jeanpatrice Jourda

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

Saied Saoussen

Lahmar Karim

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

André Kindjinou

Département de Géographie et Aménagement du Territoire (DGAT), Benin

Hervé Koumassi

Cyr Gervais Etene

Ibouraïma Yabi

Laboratoire Pierre PAGNEY, Climat, Eau, Ecosystème et Développement,
Université d'Abomey-Calavi, Cotonou 1, Benin

Ismäïla Toko Imorou

Laboratoire de Cartographie (LaCarto),
Université d'Abomey-Calavi, Cotonou-Houéyihou, Benin

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n14p203](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p203)

Submitted: 16 September 2020

Accepted: 23 March 2021

Published: 30 April 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Kindjinou A., Koumassi H., Etene C.G., Yabi I. & Imorou I.T. (2021). *Caracterisation des Agrosystemes de la Commune de Gogounou au Nord-Est du Benin par Teledetection a Moyenne Resolution Spatiale*. European Scientific Journal, ESJ, 17(14), 203.

<https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n14p203>

Resume

La télédétection se présente de plus en plus comme un outil précieux d'analyse des agrosystèmes en complément des approches traditionnellement utilisées. La présente étude vise à caractériser les agrosystèmes de la commune de Gogounou à partir des données de télédétection. La méthodologie développée a consisté à l'utilisation des séries temporelles d'images SPOT6 et SPOT7 (6 m de résolution spatiale) acquises sur la commune de Gogounou et des données secondaires issues de la base de données du projet OSFACO et des points GPS de 85 exploitations agricoles réparties dans la commune de Gogounou. La cartographie du domaine cultivé a été réalisée à partir d'indices spectraux dérivés des images SPOT. Trois types de systèmes agricoles ont été déterminés : les cultures vivrières (maïs, mil, sorgho) représentant 66 % des zones agricoles, la culture de rente (coton) pour 13 % du secteur et les cultures

mixtes (mélange de sorgho, de mil et de coton) représentant 21 %. Les résultats de cette étude permettent de dégager de nouvelles pistes de couplage de télédétection et données de terrain en apportant une information continue dans le temps sur la caractérisation des agrosystèmes au Bénin.

Mots-clés : Gogounou, cartographie, agrosystème, indices de télédétection, domaine cultivé

Characterization of Agrosystems in the Municipality of Gogounou in Northeast Benin by Medium-Resolution Remote Sensing

André Kindjinou

Département de Géographie et Aménagement du Territoire (DGAT), Benin

Hervé Koumassi

Cyr Gervais Etene

Ibouraïma Yabi

Laboratoire Pierre PAGNEY, Climat, Eau, Ecosystème et Développement,
Université d'Abomey-Calavi, Cotonou 1, Benin

Ismâïla Toko Imorou

Laboratoire de Cartographie (LaCarto),
Université d'Abomey-Calavi, Cotonou-Houéyihou, Benin

Abstract

Remote sensing is increasingly presented as a valuable tool for analyzing agrosystems, in addition to the approaches traditionally used. The present study aims to characterize the agrosystems of the commune of Gogounou from remote sensing data. The methodology developed consisted in using the time series of SPOT6 and SPOT7 images (6 m spatial resolution) acquired in the town of Gogounou and secondary data made up of the OSFACO project database and GPS points of 85 farms spread throughout the area. Mapping of the cultivated area was carried out using spectral indices derived from SPOT images. Three types of agricultural systems were identified: food crops (maize, millet, sorghum) representing 66% of agricultural areas, cash crops (cotton) for 13% of the sector and mixed crops (mixture of sorghum, millet and cotton) representing 21%. The results of this study make it possible to identify new avenues for coupling remote sensing and field data by providing continuous information over time on the characterization of agrosystems in Benin.

Keywords: Gogounou, mapping, agrosystem, remote sensing indices, crop area

Introduction

L'existence de la vie humaine est tributaire aux ressources de la Terre. Parmi ces dernières, l'on note les ressources alimentaires qui proviennent des activités de production des hommes. On y distingue la foresterie, les activités de transformation alimentaire, la production animale et la production végétale (Kouhoundji *et al.*, 2016). La satisfaction des besoins alimentaires constitue un défi pour l'humanité et se repose sur la production agricole. En Afrique Tropicale et particulièrement au Bénin, le système agricole est constitué d'une agriculture vivrière de subsistance essentiellement céréalière (Akponikpe *et al.*, 2019), tributaire du climat et reposant sur des équilibres écologiques de plus en plus fragiles (Edea, 2018). Au Bénin, dans le but de satisfaire les besoins alimentaires de sa population, les gouvernants ont élaboré un Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole (PSDSA) à l'horizon 2025. Ce plan vise à assurer une intercommunalité plus bénéfique aux populations, grâce à l'amélioration de l'accès des acteurs des filières agricoles à des services de qualité revêtant un intérêt commun. Ainsi, la caractérisation des espaces agricoles est indispensable pour une mise en œuvre efficiente du PSDSA, car elle permet d'avoir dans le temps, la répartition géographique des zones agricoles d'un espace donné.

Le département de l'Alibori et plus précisément la commune de Gogounou ne fait pas exception à ces défis agricoles. En effet, dans la Commune de Gogounou, l'agriculture est extensive et se pratique sur des domaines cultivés fragmentés, avec des parcelles de petites tailles de 10 hectares soumises à la synchronisation des phénologies des agrosystèmes liées au régime des précipitations (Mama *et al.*, 2013 ; Dedjan, 2010). Alors pour prévoir la production agricole, les caractéristiques des agrosystèmes doivent être renseignées par des données sur les surfaces cultivées (Begue *et al.*, 2016). La télédétection se révèle particulièrement utile dans les domaines relatifs aux surfaces cultivées, aux rendements et à la production. La méthode classique d'estimation des surfaces cultivées est toutefois longue, coûteuse, fastidieuse et sujette aux erreurs humaines (Ray et Neetu. 2017). Elle est aussi extrêmement difficile à appliquer sur certains types de terrain, notamment les zones d'altitude basse. Face à ces difficultés, la télédétection par satellite offre une solution pour estimer les surfaces cultivées, soit directement ou indirectement en complément aux systèmes d'échantillonnage aréolaire.

Le recours à la télédétection aux fins d'identification et de classification des cultures, se justifie principalement par la différence d'apparence des cultures dans les données multibandes (Leroux, 2015). Cette variation s'explique par les caractéristiques structurelles, physiologiques et

phénologiques des plantes ainsi que par la diversité des pratiques culturelles (Vintrou *et al.*, 2012). L'identification des cultures est rendue possible par l'association de ces données de télédétection et de la réalité de terrain collectée sur les sites échantillonnés. La présente étude vise à caractériser les agrosystèmes de la commune de Gogounou à partir d'images SPOT 6-7. Les images SPOT sont cohérentes en termes de période d'acquisition ensoleillée (en novembre et en décembre) et couvrent toute la commune de Gogounou. Ces images n'ont pratiquement pas de couvert nuageux.

1. Caractéristiques générales du milieu

La commune de Gogounou est située au sud du département de l'Alibori et s'étend sur les méridiens 2°24' à 3°15' Est les parallèles 10°32' et 11°05' Nord (figure 1).

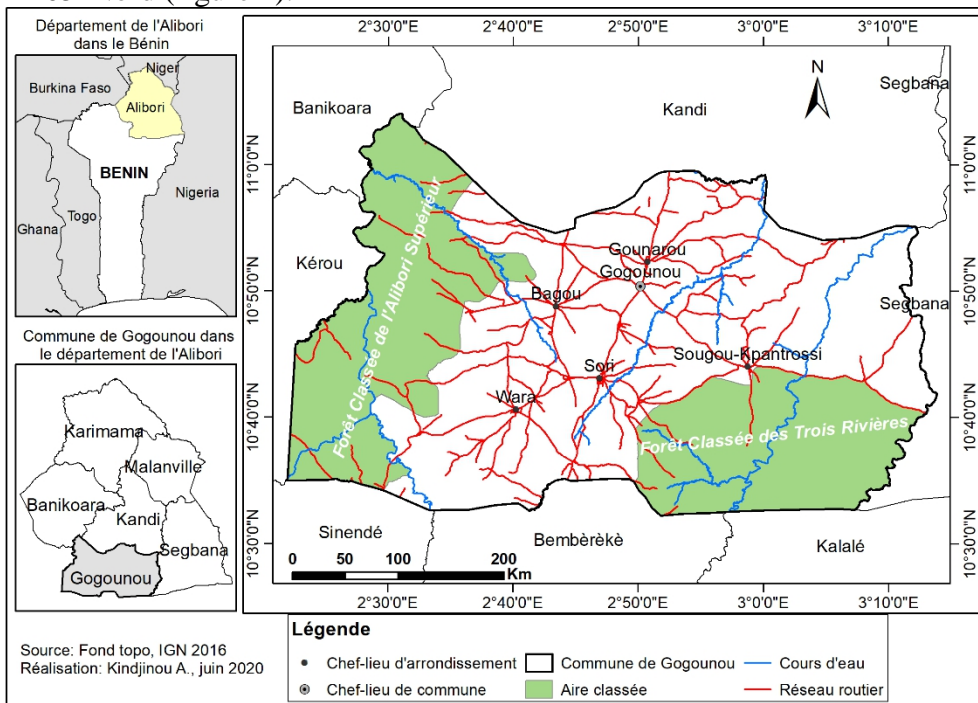


Figure 1 : Situation géographique et administrative de la Commune de Gogounou

Avec une population agricole estimée à 92085 actifs pour 10976 ménages agricoles, la commune de Gogounou couvre une superficie de 3803 km², ce qui représente 18,66% de l'ensemble du département de l'Alibori (Adapté de IGN, 2016 ; MAEP, 2017).

Elle est limitée au nord par les communes de Banikoara et de Kandi, au sud par les communes de Sinendé et de Bembéréké, à l'est par les communes de Ségbana et de Kalalé puis à l'ouest par la commune de Kérou.

Elle est située dans le domaine climatique soudano-guinéen marqué par une saison pluvieuse de mai à octobre (en moyenne 105 mm en mai à 270 mm de pluie en septembre avec une température moyenne de 28°C), et une saison sèche de novembre à avril. Les sols sont majoritairement ferrugineux (96 %) généralement aptes pour la culture du coton, du maïs, du sorgho, du riz et du maraîchage (adapté de Azontondé *et al.*, 2009). Le réseau hydrographique du secteur d'étude est essentiellement composé du fleuve Ouémé et des cours d'eau. En saison sèche, il existe des mares en chapelet dans les lits mineurs des grands cours d'eau. Par contre, l'assèchement de plusieurs cours d'eau secondaires durant cette période se justifie par la faiblesse du surplus hydrologique qui est en moyenne de 105,6 mm. Les aires classées occupent 41 % (1557 Km²) de la superficie de la commune et la présente recherche exclue cette partie. L'agriculture et l'élevage sont les principales activités de la population dans la commune.

2. Données et méthodes

2.1. Données

Les données utilisées sont de natures quantitative et qualitative et sont issues de plusieurs sources. Les données qualitatives que sont, les types de cultures, l'association de cultures, les superficies emblavées, les pratiques agricoles et la durée du cycle des cultures sont issues des entretiens auprès de 50 exploitants agricoles produisant principalement le coton, le maïs, le mil, le sorgho et le riz. Quant aux données quantitatives elles sont composées de trois images SPOT 6-7 à 6 m de résolution, des données vectorielles d'occupation du sol issues de la base de données de la composante forêt galerie du projet OSFACO (Observation Spatiale des Forêts d'Afrique Centrale et de l'Ouest) 2016 et 85 points de vérité terrain représentant différents agrosystèmes dans 13 villages (figure 2).

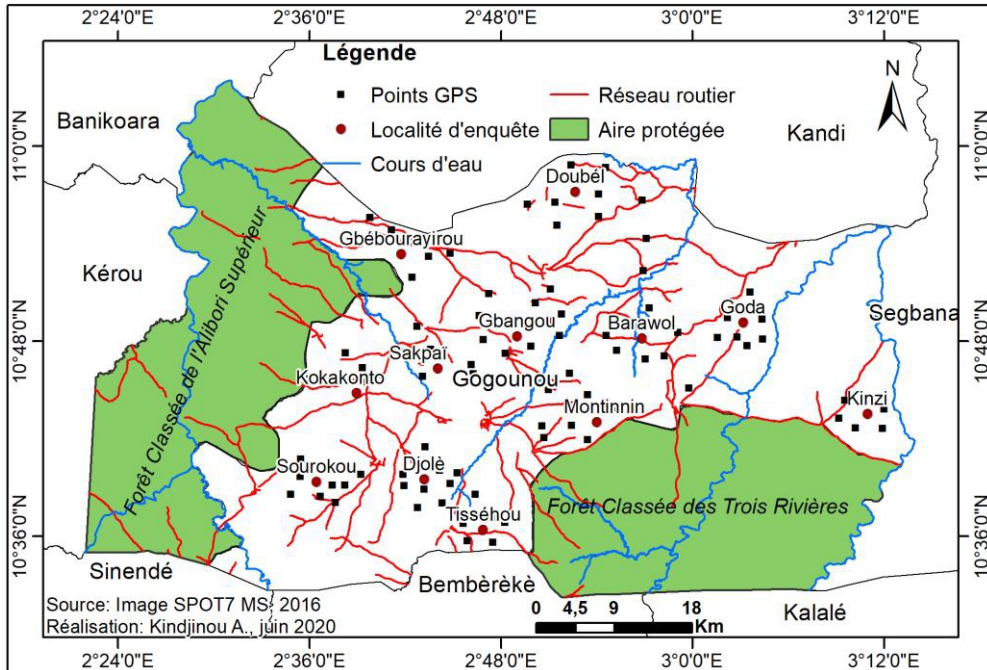


Figure 2 : Répartition géographique des points GPS et des localités d'enquête

Le tableau I présente les caractéristiques des images satellitaires utilisées.

Tableau I : Caractéristiques des images SPOT utilisées

Image	Synthèses temporelles	Résolution spatiale	Date
SPOT 6 MS	Annuel	6 m	Décembre 2015
SPOT 7 MS	Annuel	6 m	Novembre 2016
SPOT 7 MS	Annuel	6 m	Décembre 2016

Source : OSFACO, Images Pivot (2015-2016)

2.2. Méthodes de traitement des données

Pour caractériser les agrosystèmes de la commune de Gogounou, deux méthodes sont utilisées. La première approche est basée sur l'utilisation d'indice spectral contenu dans l'image SPOT 6-7 pour cartographier le domaine cultivé et le domaine non cultivé dans la commune de Gogounou. Cette méthode comprend deux étapes : la stratification du territoire et la classification culture et non culture. L'indice spectral NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) de trois images SPOT7 des mois de novembre et décembre 2016 à 6 m de résolution est d'abord utilisé pour stratifier le territoire en zones homogènes. Cette stratification est faite avec le logiciel QGIS 2.18.4 en procédant à une segmentation et à une classification supervisée des segments.

Le NDVI et l'EVI sont calculés de la façon suivante :

$$NDVI = \frac{PIR-R}{PIR+R} \in [-1, 1]$$

Pour le calcul des valeurs de NDVI, le fichier VRT regroupant les 3 bandes du visible (x1, x2 et x3) et la bande de l'infrarouge (x4) est utilisé avec la fonction *construire un raster visuel*. Par la suite, dans la calculatrice raster de QGIS, les opérations de calcul sont effectuées avec enregistrement de nouvelles images.

Les résultats de classification sont évalués avec les mesures de précision pour l'utilisateur et pour le réalisateur en utilisant la base de données (BD) du projet OSFACO et les données de terrain.

La seconde approche repose sur la superposition pixel par pixel des indices NDVI et de la base de données vectorielles et celles des points de vérité terrain. Elle utilise l'Analyse en Composante Principale (ACP) des données issues des entretiens avec les paysans pour définir trois types de systèmes agricoles. Chacun des 85 points a été assigné à une classe U_1 , U_2 et U_3 en considérant les cultures majoritairement cultivées dans ces agrosystèmes :

- la classe U_1 regroupe les champs de coton ;
- la classe U_2 regroupe les champs de sorgho, de maïs et de mil avec le maïs comme culture majoritairement cultivée ;
- la classe U_3 qui est une classe mixte est composée à la fois des cultures vivrières (mil, sorgho, maïs) et le coton.

3. Résultats et discussions

3.1. Zonage du domaine agricole de la commune de Gogounou

La méthode de cartographie a permis de montrer l'importance des SPOT 6-7 dans l'identification du domaine cultivé. Dans l'ensemble, les résultats sont satisfaisants (figure 3).

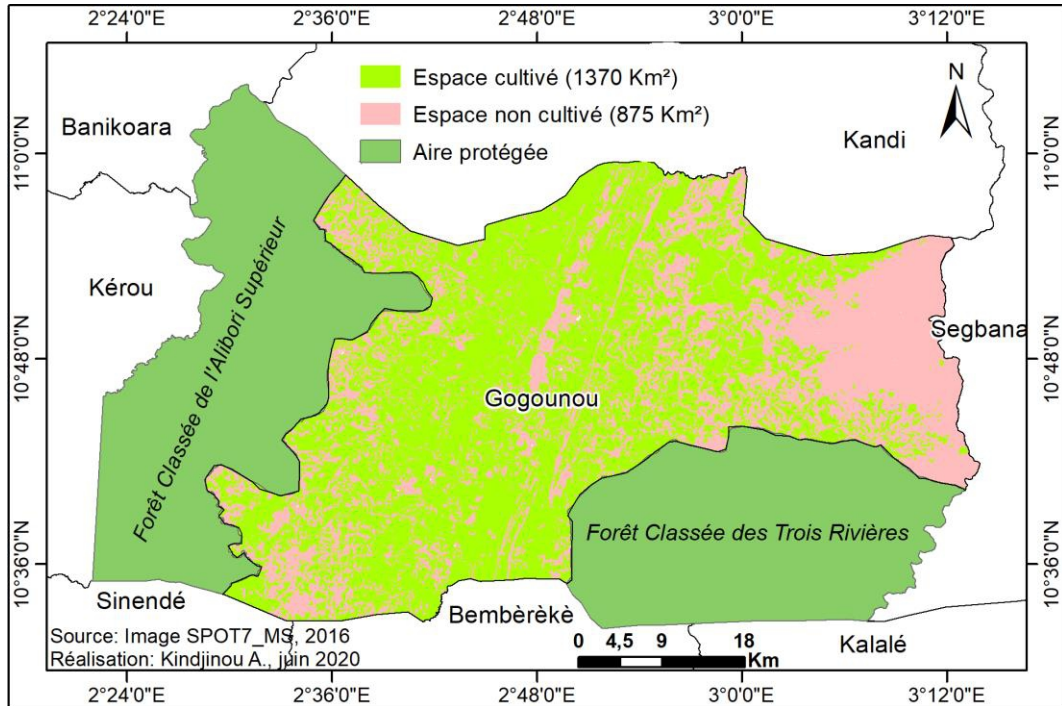


Figure 3: Stratification de la commune de Gogounou en deux zones homogènes selon le NDVI

Les espaces cultivés occupent 1370 km² et les espaces non cultivés font 875 km².

Les résultats de la classification ne présentent pas le même niveau de satisfaction selon le lieu dans la commune.

La carte du domaine cultivé issue de la classification a été validée avec les données d'OSFACO en discriminant les espaces cultivés des espaces non cultivés dans la commune de Gogounou. Cette comparaison s'est faite en utilisant la matrice de confusion (tableau II).

Tableau II : Matrice de confusion entre NDVI et la BD OSFACO

		NDVI	BD OSFACO
Espace cultivé	Erreur d'omission	36,1 %	67,3 %
	Erreur de commission	38,5 %	28,4 %
Espace non cultivé	Erreur d'omission	27,4 %	19,7 %
	Erreur de commission	24,6 %	42,6 %
Pourcentage de Pixels correctement classés		69,7 %	52,5%
F-Score		0,619	0,468

Source : Résultats de traitement d'images, décembre 2019

La matrice de confusion montre que pour la classe espaces cultivés, NDVI de SPOT minimise les erreurs d'omission (36,1 % contre 67,3 %), alors que la BD OSFAC minimise celles de la commission (28,4 % contre 38,5 %). La proportion de pixels correctement classées est supérieure pour les données NDVI (69,7 % contre 52,5 %). Les erreurs de classification de la classe espace non cultivé sont comprises entre 24 et 27,4 % pour l'approche NDVI et entre 19 et 42,6 % pour l'approche BD OSFACO.

Une seconde phase de validation est basée sur les points de vérité terrain. Les résultats de la classification ont été comparés avec les 85 points GPS en utilisant les mesures de précision pour l'utilisateur et pour le réalisateur (tableau III).

Tableau III : Validation des résultats de classification avec les données de terrain

Approche	Précision utilisateur	Précision réalisateur	F-Score
NDVI	0,695	0,689	0,689
Points GPS	0,689	0,787	0,702

L'analyse du tableau III montre que la valeur de F-Score de NDVI (0,689) est légèrement inférieure à celle de la F-Score des points GPS. Cependant, l'analyse des résultats de Précision pour l'utilisateur et de Précision pour le réalisateur permet d'observer que l'utilisation de NDVI offre des résultats plus stables, avec une Précision utilisateur presque égale à la Précision réalisateur. Ainsi, le domaine cultivé a été bien déterminé à l'aide de NDVI des images SPOT7.

3.2. Principaux systèmes agricoles de la commune de Gogounou

L'ACP a été réalisée sur les variables les plus discriminantes. Les deux premiers axes montrent, la superficie emblavée, les types de culture et la pratique agricole. Une classification est issue de cette technique en distinguant deux classes. Ainsi, une première classe (U1) regroupant les points où se cultive le coton à 95 % a été constituée. Elle est suivie d'une deuxième classe (U2), représentant les points du domaine cultivé est composé de maïs (32 %), de sorgho (29 %) et de mil (25 %). Enfin, la classe U3, celle des cultures mixtes, regroupe l'ensemble des points où se trouvent les champs de coton (20 %), de sorgho (23 %), de maïs (27 %) et de coton (30 %). Chacun des 85 points de terrain, selon le critère de culture majoritaire, a été assigné à une des trois classes.

3.3. Cartographie des agrosystèmes de la commune de Gogounou

La cartographie des agrosystèmes résultante de la méthode utilisée distingue les principales zones d'agriculture (Figure 4).

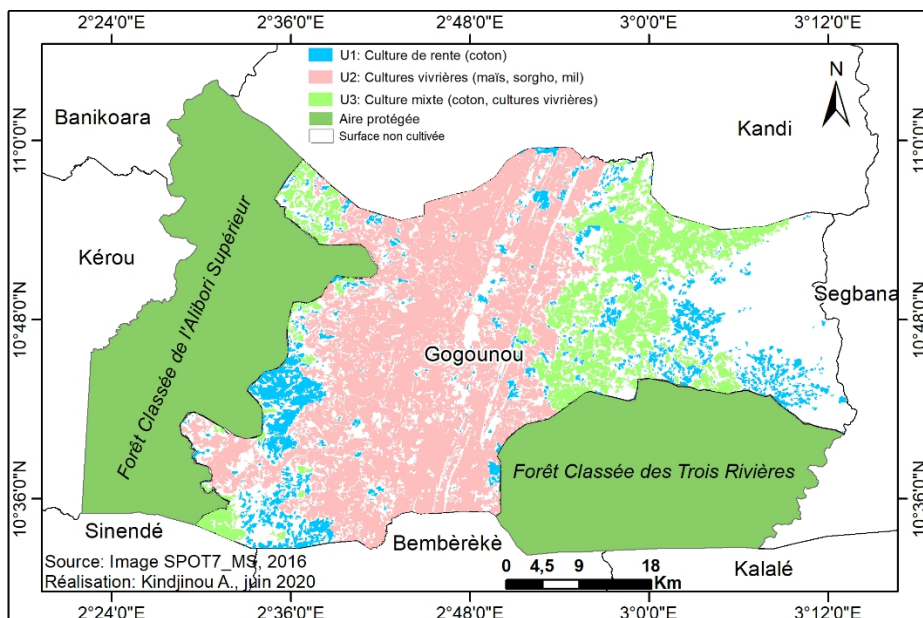


Figure 4 : Cartographie des agrosystèmes de la commune de Gogounou

Trois principales zones agricoles se distinguent :

- le centre de la commune, où la classe U2 prédomine (66 %). En effet, les cultures vivrières notamment le maïs, le sorgho, le riz et le mil y sont cultivées. Dans cette classe, se trouvent des champs de maraîchage avec la présence d'espèces pérennes (planche 1c);
- la classe U1 est répartie sur tout le secteur d'étude et occupe 13 % de la superficie soit 172 km². Dans cette classe se pratique la culture du coton (planche 1d) ;
- le reste du secteur d'étude est occupé par la classe U3 qui représente 21 % de la superficie totale. Les systèmes agricoles sont centrés sur la production de coton (classe U1) associée à des cultures vivrières (classe U2).

La planche 1 est une illustration non exhaustive de différents paysages agricoles rencontrés lors des missions de contrôle terrain.



Planche 1: Illustration de quelques paysages agricoles rencontrés lors des missions de terrain effectuées sur les sites de recherche dans la commune de Gogounou
Prise de vue : Kindjinou, octobre 2019

La planche (1a) présente un champ de maïs (*Zea mays*) dans le village Garagoro. Dans ce champ se trouvent douze pieds de Karité (*Vitellaria paradoxa*), une espèce pérenne dont le beurre obtenu de sa transformation est consommé localement ou exporté pour les cosmétiques. La planche (1b), quant à elle, montre une prise de coordonnées GPS dans un champ de riz (*Oryza sativa*) en début de récolte dans le village Badou. La planche (1c), présente une image montrant un paysan entraîné d'arroser un champ de choux (*Brassica oleracea L.*) à Ouèrè-Sonkérou. La dernière planche (1d) présente la culture du cotonnier après semis précoce (1^{ère} décade de mai) à Somboagasso. La méthode développée a permis de cartographier les principaux agrosystèmes de la commune de Gogounou à partir du NDVI de SPOT 6-7 à 6 m de résolution spatiale et des données secondaires.

Discussion

La cartographie des agrosystèmes de la commune de Gogounou a nécessité dans un premier temps la classification des images SPOT7 pour le calcul du NDVI. Dans un second temps, les données de classification sont

comparées à la base de données OSFACO et les points GPS de terrain. Trois types d'agrosystème ont été identifiés. Il s'agit des agrosystèmes de coton, des agrosystèmes de cultures vivrières (maïs, sorgho, riz et mil) et des agrosystèmes mixtes (coton et cultures vivrières). Les résultats de validation de la cartographie sont de bonne précision (61 %). Cette précision confirme l'hypothèse de départ qui postule qu'un agrosystème se caractérise par des indices spectraux et qu'il est possible de la distinguer à partir des images SPOT 6-7. Ces résultats peuvent être expliqués d'une part, par la fragmentation et l'hétérogénéité des agrosystèmes pour être détectés par SPOT 6-7 ou séparés de la végétation naturelle. Ces deux facteurs ont été confirmés par Edea (2018) et Leroux *et al.*, (2014). D'autre part, les résultats montrent des erreurs de photo-interprétation à partir des images SPOT 6-7. L'approche utilisant la BD OSFACO a permis de mettre en exergue la corrélation entre occupation du sol et indice de télédétection. En effet, dans les travaux de Ray et Neetu, (2017), la texture des images s'est révélée être une dimension plus importante que l'indice spectral (NDVI) pour la distinction des espaces cultivés des espaces non cultivés. Cependant, de nombreuses difficultés continuent de limiter le recours aux données de télédétection dans les opérations d'évaluation des surfaces cultivées, telles que :

- la production agricole sur les parcelles de petites tailles qui nécessite l'utilisation des données de télédétection à haute résolution pour l'identification des cultures ;
- la persistance de la couverture nuageuse pendant la saison des pluies. Les nuages limitent fortement l'intérêt de l'imagerie optique pour les applications agricoles (Eberhardt, 2016) ;
- la diversité des pratiques culturelles et agronomiques ;
- les systèmes de cultures mixtes et associées ;
- les petites surfaces incluant une grande variété de cultures, particulièrement dans le cas du maraîchage.

Conclusion

La méthode utilisée et les missions de terrain dans la commune de Gogounou ont permis de caractériser les agrosystèmes. De l'analyse des résultats, il ressort que les agrosystèmes de la commune de Gogounou sont caractérisés par la culture de maïs, du sorgho, du riz et du mil, le coton et les cultures mixtes. La culture vivrière est la principale activité agricole de la population. La carte des principaux agrosystèmes (cultures de rente, cultures vivrières et cultures mixtes) produite dans cette recherche est importante car elle est une source originale et indépendante d'information pour la commune de Gogounou. Etant donné que les facteurs locaux comme le climat, le sol, le relief, la disponibilité en eau, l'accès aux marchés et aux engrais, influencent les agrosystèmes, la cartographie de ces systèmes peut aider à déterminer les

zones et les populations vulnérables aux risques d'inondation et de sécurité alimentaire. Il est alors essentiel de localiser ces systèmes afin de procéder à une analyse précise de l'état de la sécurité alimentaire face aux besoins de la population.

References :

1. Akponikpe P.B.I., Tovihoudji P., Lokonon B., Kpadonou E., Amegnaglo J., Segnon A. C., Yegbemey R., Hounsou M., Wabi M., Totin E., Fandohan-Bonou A., Dossa E., Ahoyo N., Laourou D., Aho N., 2019 : *Etude de Vulnérabilité aux changements climatiques du Secteur Agriculture au Bénin. "Projet d'Appui Scientifique aux processus de Plans Nationaux d'Adaptation dans les pays francophones les moins avancés d'Afrique subsaharienne"*, Climate Analytics gGmbH, Berlin. 97 p
2. Azontondé H. A., Igué A. M. et Dagbénonbakin G., 2009 : *Carte de fertilité des sols du Bénin par zone agro-écologique du Bénin*. Rapport d'étude. LSSEE/CRA-AGONKANMEY/INRAB, AFRIQUE-ETUDES, 121p.
3. Begue A., Leroux L., Lo Seen D., T. Tonneau J-P et Morant P., 2016 : *Observation spatiale pour l'agriculture en Afrique : potentiels et défis*, Paris cedex. Note Technique, 12, 185.
4. Dedjan Y.S., 2010 : *Changements climatiques et évolution des périodes de semis des principales cultures dans l'Alibori : cas des communes de Malanville et de Banikoara*. Mémoire Economie et Sociologie Rurales : Université de Parakou, 122 p.
5. Eberhardt, I.D.R., 2016: *Cloud Cover Assessment for Operational Crop Monitoring Systems in Tropical Areas* ». Remote Sensing, vol. 8, n o 3, p. 219.
6. Edea O. E, 2018: *Cartographie des systèmes agricoles par télédétection et prédiction des rendements dans les hydro-écorégions du bassin versant de l'Ouémé Supérieur au Bénin*. Thèse de Doctorat Unique. /EDP/FASHS/UAC, 264 p.
February 2016, p.42-48.
7. Gallego, J. , 2017: *La télédétection au service de la conception de bases de sondage* ». In : J. Delincé (dir.), Manuel sur l'application de la télédétection aux statistiques agricoles (chapitre 3). Manuel de la Stratégie mondiale pour l'amélioration des statistiques agricoles et rurales (GSARS) : Rome.
8. Hoffman A. L., Kemanian A. R. et Forest C. E., 2017: *Analysis of climate signals in the crop yield record of sub-Saharan Africa*. *Global Change Biology*, 24(1): pp 143-157.

9. IGN France (Institut Géographique National), 2016 : archives images SPOT, projet OSFACO.
10. INSAE, 2015 : RGPH4 : *que retenir des effectifs de population en 2013 ? Rapport, Direction des Etudes Démographiques*, Cotonou, Bénin, 35p.
11. Kouhondji N., Sintondji L. O., Vissin E. W., Agbahungba G. A., 2016: *Geostatistical analysis*
12. Leroux L., 2015 : *Suivi et Caractérisation des Dynamiques de la Production Agricole en Afrique de l'Ouest par Télédétection à Moyenne Résolution Spatiale*. Thèse de doctorat Paris Tech, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, 285 p.
13. Leroux L., Jovilot A., Bégué A., Lo Seen D. et Zoungrana B., 2014 : *How Reliable is the MODIS Land Cover Product for Crop Mapping Sub-Saharan Agricultural Landscapes? Remote Sens.* 2014, 6, 8541–8564.
14. MAEP (Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche), 2017 : *Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole (PSDSA) 2025 et Plan National d'Investissements Agricoles et de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle (PNIASAN) 2017-2021*. Cotonou, Bénin, 139 p.
15. Mama A., Sinsin B., De Cannière C. & Bogaert J., 2013 : Anthropisation et dynamique des paysages en zone soudanienne au Nord du Bénin. *Tropicultura*, 31: 82-92.
of rainfall variability on the plateau of Allada in South Benin. In Int. Journal of Engineering
16. Ray S. et Neetu, 2017 : *Estimation des surfaces cultivées à partir des données de télédétection* ». In : J. Delincé (dir.), Manuel sur l'application de la télédétection aux statistiques agricoles (chapitre 5). Manuel de la Stratégie mondiale pour l'amélioration des statistiques agricoles et rurales (GSARS) : Rome, pp 133-163.
17. Research and Applications www.ijera.com ISSN: 2248-9622, Vol. 6, Issue 2, (Part - 4)
18. Stratégie mondiale pour l'amélioration des statistiques agricoles et rurales (GSARS), 2017 : *Manuel sur l'application de la télédétection aux statistiques agricoles. Manuel de la Stratégie mondiale* : Rome, 288 p.
19. Vintrou, E., Soumaré, M., Bernard, S., Bégué, A., Baron, C., Lo Seen, D., 2012 : *Mapping Fragmented Agricultural Systems in the Sudano-Sahelian region using Random Forest and Metrics of Coarse Resolution MODIS Imagery. (Special Issue) Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 30 p.