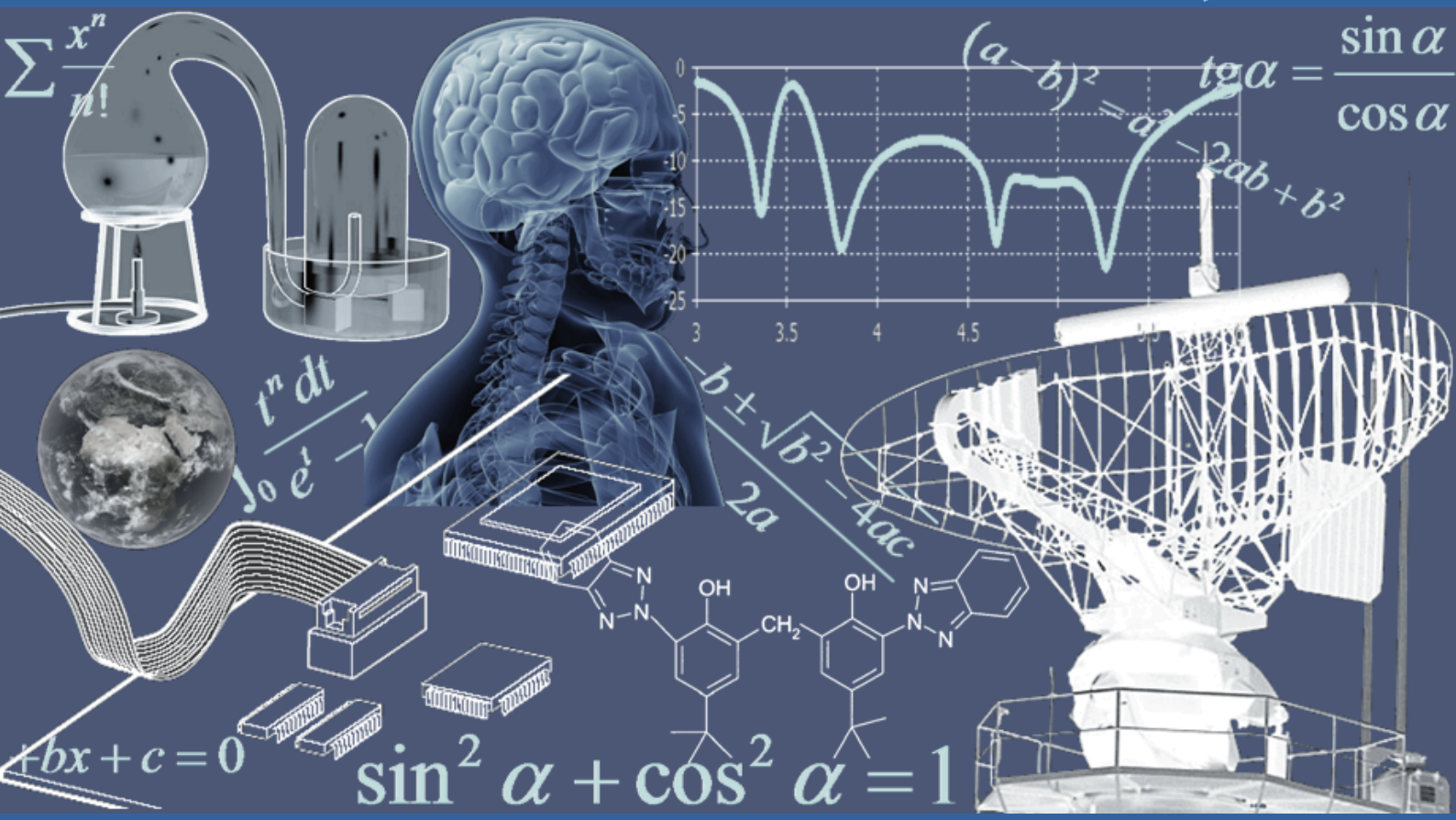
ISSN: 2028-9324
CODEN: IJIABO
Impact Factor: 6.496

INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 36 N. 3 June 2022



International Peer Reviewed Monthly Journal

Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.issr-journals.org/

International Journal of Innovation and Applied Studies

International Journal of Innovation and Applied Studies (ISSN: 2028-9324) is a peer reviewed multidisciplinary international journal publishing original and high-quality articles covering a wide range of topics in engineering, science and technology. IJIAS is an open access journal that publishes papers submitted in English, French and Spanish. The journal aims to give its contribution for enhancement of research studies and be a recognized forum attracting authors and audiences from both the academic and industrial communities interested in state-of-the art research activities in innovation and applied science areas, which cover topics including (but not limited to):

Agricultural and Biological Sciences, Arts and Humanities, Biochemistry, Genetics and Molecular Biology, Business, Management and Accounting, Chemical Engineering, Chemistry, Computer Science, Decision Sciences, Dentistry, Earth and Planetary Sciences, Economics, Econometrics and Finance, Energy, Engineering, Environmental Science, Health Professions, Immunology and Microbiology, Materials Science, Mathematics, Medicine, Neuroscience, Nursing, Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics, Physics and Astronomy, Psychology, Social Sciences, Veterinary.

IJIAS hopes that Researchers, Graduate students, Developers, Professionals and others would make use of this journal publication for the development of innovation and scientific research. Contributions should not have been previously published nor be currently under consideration for publication elsewhere. All research articles, review articles, short communications and technical notes are pre-reviewed by the editor, and if appropriate, sent for blind peer review.

Accepted papers are available freely with online full-text content upon receiving the final versions, and will be indexed at major academic databases.

Editorial Advisory Board

Amir Samimi, Ph.D. of Science in Chemical engineering, Process Engineer & Risk Specialist of Oil and Gas Refinery Company, Iran
Mahsa Ja'fari, Department of Chemical Engineering, Abadan Faculty of Petroleum, Petroleum University of Technology, Abadan, Iran
Alin Velea, Paul Scherrer Institute, Switzerland
Kamyar Hasanzadeh, Aalto University, Finland
Ogbonnaya N. Chidibere, University of East Anglia, United Kingdom
Oumair Naseer, University of Warwick, United Kingdom
Wei Zheng, University of Texas Health Science Center at San Antonio, USA
Hu Zhao, University of Southern California, USA
Haijian Shi, Kal Krishnan Consulting Services, Inc, USA
Syed Ainul Abideen, University of Bergen, Norway
Malika Maataoui, Mohammed V University, Morocco
Fabio De Felice, University of Cassino and Southern Lazio, Italy
Giovanni Leonardi, Mediterranea University of Reggio Calabria, Italy
Siham El Gouzi, Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra, Spain
Mohamed KOSSAÏ, European Business School EBS Paris, France
Mustafa Batuhan AYHAN, Marmara University, Turkey
Andrzej Klimczuk, Warsaw School of Economics, Poland
Corinthias P. M. Sianipar, Tokyo University of Science, Japan
Irfan Jamil, Sinohydro Engineering, China
Sukumar Senthilkumar, Chonbuk National University, South Korea
Bratu (Simionescu) Mihaela, Bucharest University of Economic Studies, Romania
Mirela Maria Codescu, National Institute for R&D in Electrical Engineering ICPE-CA, Romania
Milen Zamfirov, St. Kliment Ohridski Sofia University, Bulgaria
Svetoslava Saeva, Neofit Rilski South-West University, Bulgaria
Dimitris Kavroudakis, University of the Aegean, Greece
Vaitsa Giannouli, Aristotle University of Thessaloniki, Greece
Nataša Pomazalová, Mendel University in Brno, Czech Republic
Hazem M. Shaheen, Damanhour University, Egypt
Shalini Jain, Manipal University Jaipur, India
Amin Jula, National University of Malaysia, Malaysia
Mahdi Moharrampour, Islamic Azad University, Buin zahra Branch, Iran
Ricardo Rodriguez, Technological University of Ciudad Juarez, Mexico
Yuniel E. Proenza Arias, Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba
Elizabeth Bissell Miller, University of Missouri, Columbia
Bertin Désiré SOH FOTSING, University of Dschang, Cameroon
Antonella Petrillo, University of Cassino and Southern Lazio, Italy
Hong Zhao, The Pennsylvania State University, USA
Jianjun Chen, The University of Chicago, USA
Shaju George, Royal University for Women, Kingdom of Bahrain
Chandrasekaran Subramaniam, Kumaraguru College of Technology, India
Ilango Velchamy, New Horizon College of Engineering, India
M. Kumaresan, M.P.N.M.J. Engineering College, India
Mohammad Valipour, University of Tehran, Iran
Mohameden Sidi El Vally, King Khalid University, KSA
Mona Hedayat, Boston Children's Hospital, Harvard Medical School, USA
Suresh Kumar Alla, Advanced Medical Technologies, BD Technologies, USA
Ahmed Hashim Mohaisen Al-Yasari, Babylon University, Iraq
Aziz Ibrahim Abdulla, Tikrit University, Iraq
Khalid Mohammed Shaheen, Technical College of Mosul, Iraq
Baskaran Kasi, Kuala Lumpur Infrastructure University College, Malaysia
Nurul Fadly Habidin, Universiti Pendidikan Sultan Idris, Malaysia
Adnan Riaz, Allama Iqbal Open University, Pakistan
Syed Noor Ul Abideen, KPK Agricultural University, Pakistan
Arab Karim, M'Hammed Bougara University of Boumerdes, Algeria
Zoubir Dahmani, UMAB University of Mostaganem, Algeria
Mohsen Brahmi, Sfax University, Tunisia
Mongi Besbes, University of Carthage, Tunisia
Mai S. Mabrouk, Misr University for Science and Technology, Egypt
Olfat A Diab Kandil, Misr University for Science and Technology, Egypt

Munir Ahmed G. Timol, Veer Narmad South Gujarat University, India
Saravanan Vasudevan, Arunai Engineering College, India

Table of Contents

El impacto económico en la Banca de Guayaquil sobre las medidas de alivio financiero adoptadas frente al Covid-19 durante el periodo 2019 vs 2020 645-652

Mabel Elizabeth Barriga Pizarro, Angie Briggett Monar Colina, Ligner Cesibel Rosel Lucio, and Raquel Aracely Asunción Parrales

Supply Chain 4.0: The Digital Era of Supply Chain 653-657

Yash Kaushik and Shalini Vermani

Green Talent Management and Sustainability: A Study on Power Sector in Bangladesh 658-669

Md. Jahangir Alam Siddikee, Jesmin Ara, Humaira Begum, and Md. Rigan Sarkar Lisone

Quantification of Total Phenolics, Flavonoids, Tannins, Anthocyannins and Antioxidant Activities of Cola urceolata K. Schum 670-677

Xavier Worowounga, Armel-Frederic Namkona, Semboli Olivia, Issa-Madongo Mathurin, Koueni-Ouakounda Kevin Hermann, Bienvenu Armand Éric Foto, and Jean-Laurent Syssa-Magalé

Pratiques traditionnelles et valorisation des dattes par des produits de terroir: Cas du sirop de dattes dans les oasis du Sud du Maroc 678-690

Mhammad Houssni, Mohamed El Mahroussi, Jalal Kassout, Hasnae Ben Sbih, Mohamed Kadiri, and Mohammed Ater

Etude sur le comportement des jeunes dans la prise en charge de l'environnement à Ziguinchor (Sénégal) 691-696

Ousmane Ba

VAT Role in the Development of Bangladesh: Any Association with GDP Growth Rate, Government Revenues, and Annual Budget 697-705

Mohammad Main Uddin, Rabiul Islam, Md. Abdus Sahid, and Mahmudul Hasan

Choix optimal des équipements entrant dans l'implémentation d'un réseau électrique en utilisant une des méthodes métaheuristiques: Algorithme génétique 706-719

Ndjiya Ngasop, ERNEST KIATA, and Dendjeu Steve Arthur

Impacts des pertes diélectriques dues au vieillissement de l'isolation papier/huile contenue dans les transformateurs sur le rendement énergétique du réseau électrique en Côte d'Ivoire 720-733

Gnoléba Célestin Bogui, Amidou BETIE, and Zié Yeo

Effets de pratiques agroécologiques sur la macrofaune dans les lixisols ferriques en zone Soudano-Sahélienne du Burkina Faso 734-744

Bègnileyaon Béatrice Somda, Badiori Ouattara, Georges Zomboudre, Mamoudou Traore, Steven Vanek, Roger Kabore, Clarisse Diasso, Hassan Bismarck Nacro, and P. Michel Sedogo

L'innovation et la flexibilité - Une clé de productivité et compétitivité: Etude empirique auprès des entreprises marocaines 745-763

Anass Bendarkawi

Efficacité de la gratuité de l'enseignement en République Démocratique du Congo 764-775

Samukano Kaveta Teddy, DIBWE KITENGE Cedric, Mbuyi Wa Mbuyi Stephane, Mutunda Nyabanda Louise, Urung Fwane Dieudonné, MULENDA KINGWEZYA Jacques, and Kayiba Bukasa Noella

Portée socio-économique des échanges frontaliers dans le plateau au sud-est du Bénin 776-789

Seidou Abdel Hack, Zannou Sandé, Vigninou Toussaint, and Brice TENTE

Efficacité technique des exploitations maraichères d'hivernage dans les communes d'Imanan et de Tagazar au Niger 790-799

Idrissa Guisso Maïga Djibril, Ali Mahaman, and Soumana Boubacar

Qualification nutritionnelle des pains produits dans la ville d'Abidjan 800-805

N'Guessan Yao Firmin, Brou Konan Roger, Oulai Tokpa Louya, and Assemand Emma Fernande

Effet de la fertilisation et du mode de semis sur les performances agronomiques d'une variété de cotonnier (Gossypium hirsutum L.) cultivée dans la région du BERE au Nord-Ouest de la Cote d'Ivoire 806-812

N'guessan N'guessan Alain, Kouassi N'dri Jacob, Kouame N'guessan, and Kouadio Yatty Justin

Évaluation du module des graveleux latéritiques non traités à partir des courbes effort-déformation de l'essai CBR 813-817

Massamba Ndiaye, Jean-Pierre Magnan, and Lamine Cissé

The effectiveness of the vaccine monitoring and follow up of community health workers on the uptake vaccine measles vaccine coverage among children under 5 years: A quasi-experimental study led in Goma and Karisimbi health zone in Goma city North Kivu, Democratic Republic of Congo 818-831

Kakule Muhindo Omer, Rosebela Onyango, and Careena Otieno Odawa

Efficacité d'un biopesticide à base d'extrait de Cymbopogon winteranus (citronnelle) en culture de tomate (Solanum lycopersicum L.) au Centre de la Côte d'Ivoire 832-841

Gadji Alahou André Gabaze, Doumbouya Mohamed, Malanno KOUAKOU, Coulibaly Noupé Diakaria, Fondio Lassina, and Kouabenan Abo

Gestion de classe en contexte du COVID-19: Quelles sont les perceptions des enseignants des sciences du secondaire au Bénin ? 842-850

Raphael Razacki Kelani

Effet de la structure de propriété et du conseil d'administration sur la performance des sociétés marocaines cotées en bourse 851-860

Aboubakere Haji, Toufik Majdi, and Issam Izza

Modélisation ARDL et causalité entre dépenses publiques sportives et croissance économique en Côte d'Ivoire de 1970 à 2010 861-869

Serge A. Ayekoe and Denis Acclassato Houensou

Variation saisonnière de la production halieutique des engins de pêche en lagune Potou (Côte d'Ivoire) 870-876

Bedia Aké Théophile, KIEN Kouassi Brahiman, Bodji Iridje Marcelle, KOUAMELAN Essetchi Paul, and Valentin N'douba

Cartographie des zones de potentielles recharges de nappes d'eau souterraines dans le département des Collines 877-891

Okoundé K. J. Eudes, F. Avahounlin Ringo, C. Kélomé Nelly, Sambiénou Gédéon, and Expédit W. VISSIN

Identification des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses dans la zone agroécologique 5 du Bénin (Afrique de l'ouest) 892-903

E. Gbaguidi Hippolyte, F. Avahounlin Ringo, Kélomé C. Nelly, and Expédit W. VISSIN

Etat de potabilité de l'eau de consommation de la ville de Mao, province du kanem au Tchad: Constats et perspectives 904-916

Epolyste Adjeffa, Kaziri Adeline, and Ayambi Koutimma

Le marketing-mix de la grande distribution au Maroc à l'ère de la crise du Covid-19 917-928

Kenza HAJRAOUI and Abdelouahed MESSAOUDI

Les accidents domestiques chez l'enfant à l'ére de COVID-19 929-934

Ilham Tadmori, Mounia Idrissi, and Moustapha Hida

Evaluation socio-environnementale sur l'implantation des antennes relais de télécommunication implantés dans les différents endroits de la ville de Mbandaka, et leurs effets sur la santé humaine (RDC) 935-948

Matthieu Sekalo Mandele, Ignace Mbombombo, Jusele Seanabo, D. E. Musibono, and Gracien Ekoko

Les épanchements pleuraux chez l'enfant pris en charge aux urgences pédiatriques 949-955

Ilham Tadmori and Moustapha Hida

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 645-652
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

El impacto económico en la Banca de Guayaquil sobre las medidas de alivio financiero adoptadas frente al Covid-19 durante el periodo 2019 vs 2020

[The economic impact on the Bank of Guayaquil on the financial relief measures adopted against Covid-19 during the period 2019 vs 2020]

Mabel Elizabeth Barriga Pizarro[1], Angie Briggett Monar Colina[2], Ligner Cesibel Rosel Lucio[3], and Raquel Aracely Asunción Parrales[4]

[1]Jefa de la Unidad de Trabajo Social del Departamento de Bienestar Institucional, Instituto Superior Tecnológico « Juan Bautista Aguirre », Magister en Contaduría Pública, Daule, Ecuador

[2]Jefe de la Unidad de Mantenimiento e Infraestructura, Instituto Superior Tecnológico « Juan Bautista Aguirre », Ingeniera en Contabilidad y Auditoría, Daule, Ecuador

[3]Dirección Administrativa Financiera, Instituto Superior Tecnológico « Juan Bautista Aguirre », Ingeniería en sistemas e informática, Daule, Ecuador

[4]Gestora del Departamento de Vinculación con la Sociedad, Instituto Superior Tecnológico « Juan Bautista Aguirre », Ingeniera Comercial, Daule, Ecuador

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This article seeks to analyze the impact that the economic sector had, especially the banking sector in Guayaquil as a result of the health crisis caused by the Covid-19 pandemic. Therefore, the National Bank has had a significant impact on the credit granted to it, because the supervision of financial entities chooses to implement mechanisms to protect customers and protect the savings of depositors, branches and pensioners. Refinancing is an intervention, clients of many financial institutions attend this transaction to extend the payment of the card or credit they handle, it should be noted that each entity defines the interest rate according to the type of credit granted. These measures are expressed as restructuring, refinancing and deferred amortization of their existing debts, so they come into force 60 days after the end of the state of exception so that users could cancel their accounts. These guidelines remain valid until the country's economic recovery improves. The research was declared non-exploratory since we do not have control of the variables, therefore it has a descriptive and correlational scope, since we describe our variables and relate them to obtain a quantitative approach since we work with numerical and statistical data. The evolution of the credit portfolio has been analyzed in order to verify the economic impact suffered by the bank, to know the aforementioned data, the net profit accounts were also analyzed and, in turn, the payment of income tax since it is It is important to know the impact that this had on the treasury.

KEYWORDS: Bank, Covid-19, Ecuador, Finances. Money.

1 INTRODUCCIÓN

El 31 de diciembre del 2019, la Comisión Municipal de Salud de Wuhan, Provincia de Hubei en China, informa a la OMS de la presencia de casos por neumonía de etiología desconocida (OMS, 2020). Tres días después, a inicios del 2020, el gobierno chino da a conocer que se registran 44 casos por neumonía de causa desconocida, de los cuales 11 pacientes estaban en estado grave. Se ordena el cierre del mercado de venta al por mayor de pescado y animales vivos en Wuhan, puesto que los casos

estaban asociados con este lugar. China respondió al inicio del virus, con aislamientos de pacientes contagiados y un rastreo de casos; mientras que la OMS recomendó buscar atención médica a personas que después de haber viajado a China, presentaran síntomas [12].

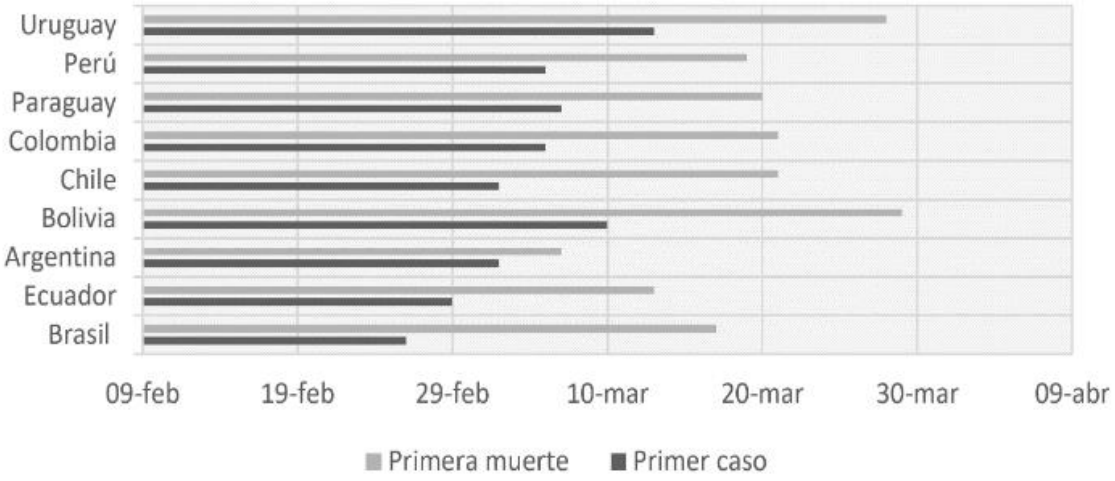


Fig. 1. Patrón de aparición de contagios y primeras muertes por Covid-19 en países de América del Sur

Fuente: [12]

EL nuevo virus de la familia de los coronavirus, que resulta una mutación del virus del Síndrome Respiratorio Agudo Grave (SARS) aparece en el mundo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) decreta el estado de pandemia. Esto debido a su alarmante propagación y una elevada inacción para contener el virus. (Trilla, 2020) Rápidamente el virus se extendió por toda la región. En los primeros noventa días de contagio Uruguay era el único país de América de Sur que no se encontraba en fase de transmisión comunitaria; mientras que las mayores tasas de letalidad del virus se registraban en Ecuador y Brasil. Los medios de comunicación comenzaron a registrar la compleja situación en la provincia del Guayas (Ecuador) que se había convertido en el epicentro del virus, por lo que el 11 de marzo el presidente Lenin Moreno declara la emergencia de salud nacional y días después, el 16 de marzo el estado de excepción que incluyó medidas altamente restrictivas a la movilidad [12].

Evidentemente, la forma de convivir de los seres humanos se ha modificado radicalmente. El contacto físico debe ser mínimo. Los espacios de compartir se han cerrado temporalmente. Los eventos y actividades de concurrencia masiva se han suspendido, incluyendo las actividades deportivas. Las jornadas laborales se han reducido y la vida social en sí ha bajado su ritmo. Procurando las medidas de prevención del aislamiento y distanciamiento social [5].

Las restricciones impuestas por la crisis sanitaria han afectado gravemente la economía mundial. Ocasionando que se pierdan varias plazas de trabajo, limitando las posibilidades de obtener ingresos necesarios para subsistir. Lo que provoca que la tasa delincuencial aumente tanto en robos como agresiones. Los trabajos informales, que representan un 56% de las plazas de empleo en el Ecuador, se han visto afectadas gravemente. Además, se debe considerar que un 65% de dichas plazas de empleo eran ocupadas por lo emigrantes, especialmente venezolanos. Lo que ha desatado una ola de mendicidad en las calles de nuestras ciudades y el aumento considerable de la tasa de desempleo [2].

Los efectos económicos de esta emergencia sanitaria no se distribuyen de una manera equitativa en la economía. Mientras algunos sectores pueden beneficiarse, existen otros que están al borde de la quiebra. Esto dado que una enfermedad cambia radicalmente las prioridades de consumo y las necesidades del mercado [4].

Una pandemia de esta magnitud provoca daños directos a los sectores: sociales y económico. Con consecuencias que crecen exponencialmente y mucho más en una economía debilitada como la del Ecuador. El ausentismo laboral, la baja productividad, el temor a infectarse, la poca facilidad de transporte y el cierre de escuelas, empresas y centros de comercio perturban las actividades económicas. Esto afecta y golpea gravemente a la microeconomía y macroeconomía de un país [3].

Países		BR	AR	CO	PE	CL	EC	BO	PY	UY	Total
Total de medidas económicas		80	61	81	30	48	16	28	26	34	404
Cantidad de medidas por subsectores económicos	política fiscal	15	7	17	5	9	4	14	10	3	84
	política monetaria	21	2	12	4	5	SD	1	7	2	54
	política empresarial	35	20	36	14	18	3	7	2	11	146
	estímulo económico	SD	12	1	SD	10	2	SD	2	SD	27
	alivio a la deuda o suspensión de pagos	SD	11	1	SD	SD	1	3	SD	7	23

Fig. 2. Medidas económicas implementadas en América del Sur

Fuente: [12]

El gobierno de Ecuador a raíz de esto expidió varios decretos 220 decretos de índoles varias durante el 2020, y 16 medidas económicas con afectación en el sector público y privado, también implemento una ley de apoyo Humanitario en junio del año en mención.

En el ámbito público en cuanto a las medidas de estímulo fiscal y de política económica, el 5 de mayo la oficina de Tesoro ecuatoriana solicitó a todas las agencias gubernamentales presentar un plan de choque para reducir el presupuesto entre un 10 y 15%, mientras que, para el 11 de mayo, el presidente suprimió dos ministerios y fusionó un tercero y anunció el cierre de tres empresas de obras públicas. Para el 19 de mayo, se anuncia el paquete de siete medidas económicas destinadas a recortar el gasto público, en las que se incluyen recortes a las jornadas laborales, cierre de 11 embajadas y reestructuración de la deuda pública [6].

1.1 MEDIDAS DE ALIVIO

Para la Banca se creó un decreto de aplazamiento y se implementó para amortizar la deuda durante el estado excepcional, y luego del final del período por hasta 60 días (el último decreto se consideró hasta octubre), las asociaciones financieras, incluyendo tarjetas de crédito y las casas comerciales, reordenar la fecha de cobro. Deuda de tiempo Generado cuotas mensuales. Esto puede incluir posponer pagos o reprogramar gastos impagos. Durante este período, no habrá intereses de demora.

La Comisión Bancaria aprobó una resolución que establece que no hay límite de tempo para posponer los créditos impagos debido a emergencia sanitaria causadas por covid-19. Los clientes de la banca privada que pospusieron el pago de su préstamo por 60 días en abril y mayo de 2020 debido a la pandemia del Covid-19 en Ecuador podrán renovar este beneficio bajo las nuevas condiciones. Las nuevas reglas también se aplicaron a quienes deseen pagar con tarjetas de crédito y préstamos por primera vez.

De acuerdo con lo mencionado, las entidades del sistema financiero nacional que otorguen préstamos a las pymes desde abril de 2020 hasta el 31 de diciembre de 2020 recibirán incentivos. Pueden deducir el 50% del valor de los intereses recibidos para amortizar estos préstamos del impuesto sobre la renta. El crédito puede ser de tipo empresarial, de producción o de microcrédito ordinario. Debe exceder los $ 25,000 y debe pagarse dentro de al menos 48 meses para proteger la vida y la salud, restaurar la economía, brindar servicios a los ciudadanos en un estado vulnerable, mantener el empleo y promover actividades productivas. Además, tiene como objetivo prevenir los procedimientos concursales de empresas y proteger los derechos de los usuarios.

las empresas y hogares ecuatorianos relacionados a actividades productivas. Los sectores dedicados al comercio, manufactura y servicios fueron los más afectados (disminución de más de 200 millones de dólares en ventas), mientras que las actividades de

agricultura, ganadería, silvicultura y pesca y explotación de minas y canteras presentaron las menores pérdidas (56 y 41 millones respectivamente), debido en parte a que fueron excluidas de las restricciones de movilidad.

La reducción en las importaciones de bienes de consumo y la contracción de un 22% en las remesas recibidas desde Italia, España y Estados Unidos, permiten al BCE pronosticar que el gasto de consumo final de los hogares disminuirá en 8.4% para el final del año en curso. De esta forma, tanto las empresas como los hogares ecuatorianos se han visto sometidos a uno de los principales efectos de la crisis sanitaria, la disminución de su liquidez, causada por la pérdida o reducción de sus ingresos mensuales5. Así, su capacidad de consumo y pago de sus obligaciones financieras se ve comprometida y con ello, el normal funcionamiento de la actividad económica

Este trabajo de investigación utilizará un diseño no experimental. Mediante muestreo no probabilístico se escogen a entidades bancarias con sedes en la ciudad de Guayaquil durante los años 2020 vs 2019 Según [7] la investigación cuantitativa no experimental se puede definir como investigación realizada. No es necesario manipular deliberadamente las variables. En otras palabras, las variables independientes en estos estudios no se cambiaron deliberadamente para ver sus efectos sobre otras variables. La base de la investigación no experimental es observar el fenómeno que ocurre en el medio natural para analizarlo posteriormente. Primero, describirá las medidas de alivio financiero para descifrar su variación mediante indicadores financieros tales como: rentabilidad, endeudamiento y liquidez.

También se declara con un alcance descriptivo basada en La investigación descriptiva basada en [7] que indica que tiene como objetivo medir o recopilar información sobre variables con el fin de especificar su estado y cómo se comportan en el medio. El alcance de la correlación se refiere a la asociación de variables entre grupos o poblaciones a través de patrones predecibles, y al medir la relación entre variables, la investigación también tiene alcance explicativo o analítico. Tiene como objetivo medir o recopilar información sobre variables con el fin de especificar su estado y cómo se comportan en el medio.

Como métodos de obtener información será análisis documental se basará en información obtenida de fuentes externas (Superintendencia de Bancos y Servicio de Rentas Internas), y luego se analizará el tamaño de la variable independiente: los factores que determinan el alivio financiero frente a las utilidades obtenidas. Finalmente, se utiliza un modelo estadístico para evaluar la influencia de la variable independiente sobre la variable dependiente [7].

Para fines de investigación, se definen como unidad de análisis los estados financieros de los Bancos de la ciudad de Guayaquil del 2019 al 2020.

Tabla 1. Bancos Del Ecuador

N°	Nombre Banco	Matriz	Tipo
1	Banco Guayaquil	Guayaquil	Banco privado nacional
2	Banco Internacional	Quito	Banco privado nacional
3	Diners Club	Quito	Banco privado extranjero
4	Citibank	Quito	Banco privado extranjero
5	Banco Pichincha	Quito	Banco privado nacional
6	Banco ProCredit	Quito	Banco privado extranjero
7	Banco Bolivariano	Guayaquil	Banco privado nacional
8	Banco General Rumiñahui	Quito	Banco privado nacional
9	Banco del Pacífico	Guayaquil	Banco público
10	Biess	Quito	Banco público
11	Produbanco	Quito	Banco privado extranjero
12	Banco Amazonas	Quito	Banco privado nacional
13	Banco de Desarrollo del Ecuador	Quito	Banco público
14	Banco de Loja	Loja	Banco privado nacional
15	Banco de Machala	Machala	Banco privado nacional
16	Banco Solidario	Quito	Banco privado nacional
17	Banco del Austro	Cuenca	Banco privado nacional
18	Banco Coop Nacional	Guayaquil	Banco privado nacional
19	Banco Visión Fund Ecuador	Ibarra	Banco privado nacional
20	Banco del Litoral	Guayaquil	Banco privado nacional
21	Banco Del Bank	Guayaquil	Banco privado nacional
22	Banco Desarrollo	Quito	Banco privado nacional
23	Banco Finca	Quito	Banco privado nacional
24	BanEcuador	Quito	Banco público
25	Banco Comercial de Manabí	Portoviejo	Banco privado nacional
26	Banco Capital	Quito	Banco privado nacional

Fuente: [15] - Elaborado por: Los Autores

Mediante muestreo por conveniencia se selecciona a los 6 bancos con sede en Guayaquil para realizar su respectivo análisis de la evolución en cuanto a créditos otorgados durante los años 2019 y 2020, así como también los ingresos obtenidos a fin de ver sus variaciones ante el decreto de alivio financiero.

2 ANALISIS DE RESULTADOS

El Estudio Financiero es importante en una empresa porque comprende el monto de los recursos económicos necesarios para la sostenibilidad y rentabilidad de las empresas, detallando las diferentes fuentes de financiamiento que se utilizan dentro de la organización para el cumplimiento de sus obligaciones.

Es necesario implementar técnicas que logren la eficiencia en sus actividades. En vista de la situación problemática expuesta, es necesario determinar un estudio financiero que permita evidenciar la rentabilidad económica que tuvieron las empresas a raíz del covid-19 [8].

Tabla 2. Bancos de la Ciudad de Guayaquil

N°	Nombre del Banco	Año	Matriz	Calificación	Tipo de Banco
1	Banco Guayaquil	1923	Guayaquil	AAA	Banco privado nacional
2	Banco Bolivariano	1980	Guayaquil	AAA / AAA-	Banco privado nacional
3	Banco del Pacífico	1972	Guayaquil	AAA	Banco público
4	Banco Coop Nacional	1985	Guayaquil	AA	Banco privado nacional
5	Banco del Litoral	1990	Guayaquil	A-	Banco privado nacional
6	Banco Del Bank	2004	Guayaquil	A-	Banco privado nacional

Fuente: [15]; Elaborado por: Los Autores

En Ecuador existen a la fecha 26 Bancos (ver tabla 1), para efectos de esta investigación tomaremos de referencia los 6 bancos (ver tabla 2) con matriz en la ciudad de Guayaquil, se analizará la evolución de los créditos otorgados de manera trimestral durante los años 2019 y 2020, así como también los ingresos obtenidos de los bancos a fin de ver su reacción ante el decreto de alivio financiero.

Tabla 3. Cartera de Crédito 2019

BANCOS -2019	Enero	Marzo	Junio	Septiembre	Diciembre
Banco Bolivariano	$ 1.884.195.842,59	$ 1.922.281.430,83	$ 1.943.195.904,25	$ 2.028.301.634,54	$ 2.091.038.410,26
Banco Guayaquil	$ 2.609.569.680,34	$ 2.651.221.282,90	$ 2.787.127.143,91	$ 3.047.587.510,07	$ 3.204.457.404,19
Banco Pacifico	$ 3.706.711.946,27	$ 3.725.138.586,85	$ 3.876.449.289,76	$ 4.005.729.599,43	$ 4.089.085.460,94
Banco Coopnacional	$ 95.521.752,13	$ 90.605.510,63	$ 86.891.746,73	$ 89.735.181,69	$ 84.949.613,44
Banco Litoral	$ 26.848.126,15	$ 27.498.412,87	$ 27.330.615,67	$ 28.892.739,11	$ 29.976.175,53
Banco Bank	$ 21.014.274,53	$ 20.303.297,32	$ 20.186.352,21	$ 20.459.418,61	$ 21.274.359,71

Fuente: [15]. Elaborado por: Los Autores

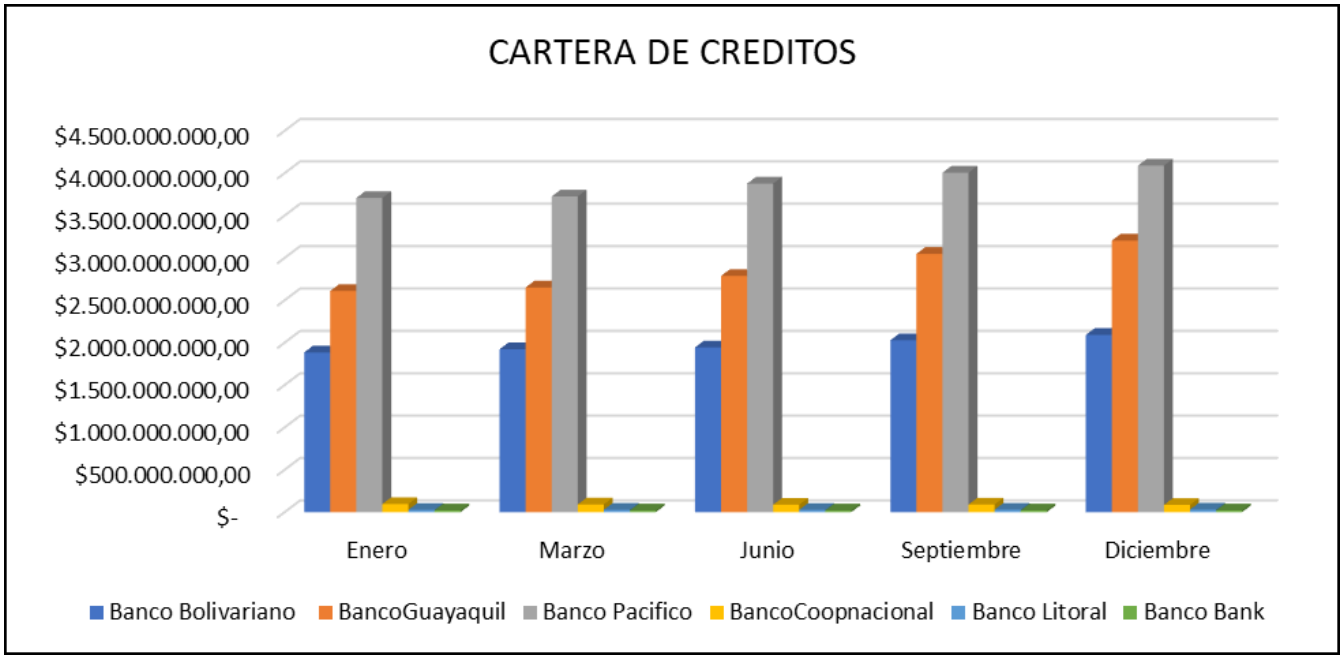


Fig. 3. Cartera de Créditos

Fuente: [15]. Elaborado por: Los Autores

3 DISCUSIÓN

Con relación a tema expuesto análisis del impacto económico en la banca de Guayaquil sobre las medidas de alivio financiero adoptadas frente al Covid-19 durante el periodo 2020 vs 2019, con los datos planteados se observa una variación importante en la economía de Guayaquil ya que en el segundo y parte del tercer periodo hubo mayores pérdidas en las ventas de las empresas, la caída del petróleo se vio afectado bajo cero su

precio, es decir, evolución de las utilidades obtenidas a pesar de las reformas y medidas económica optadas por el gobierno ratifica el impacto desigual de la crisis entre todos los

sectores de producción. Por ende, debido a la menor actividad económica por las medidas para contener el contagio de Covid-19, las perdidas y cierres de negocios fue eminente, la economía en general cayo en un aproximado del 60%.

Esto incentivó a la creación de un decreto que permita amortizar la deuda dando plazos de dos meses o el diferimiento de la deuda, brindar prestamos de reactivación económica, por un lado la banca se vio afectada, dado que por dos meses no tendría la cantidad regular de ingresos, por otro lado aumentaría su flujo dado que a mayor prestamos más tasa de retorno (interés) recibirán, no obstante esta situación también conlleva a un margen de error elevado dado que es incierto que las personas tengan una probabilidad de pago alta.

4 CONCLUSIONES

Ante la ausencia de ahorros fiscales, Ecuador trató de adecuar su economía a un contexto internacional desafiante contando con el apoyo de las instituciones financieras internacionales, incluyendo el Grupo Banco Mundial. En este contexto, el país impulsó un programa de reformas dirigido a asegurar la sostenibilidad fiscal, fortalecer los fundamentos de la dolarización, impulsar la inversión privada y garantizar la protección social de la población más vulnerable.

En las empresas de Guayaquil la falta de amortiguadores fiscales no solo limitó la capacidad de las autoridades para afrontar la crisis sanitaria y sus efectos sobre la economía, sino que también amplificó el desequilibrio fiscal. En este contexto, las autoridades se embarcaron en una exitosa renegociación del pago de la deuda con los inversionistas y bancos, para reducir las necesidades inmediatas de financiamiento. Así mismo.

La Banca tiene dos factores fuertes a analizar el retorno fuertemente comprometido del dinero prestado, y que necesitan de dinero de terceros para funcionar, se ve un desembolso extenso de recursos dados a incentivar la reactivación económica que compromete parte de su capital y activos.

5 RECOMENDACIONES

Más allá de la emergencia, Ecuador aún necesita completar reformas estructurales dirigidas a reducir las vulnerabilidades derivadas del desequilibrio fiscal, promover la inversión para lograr impulsar el crecimiento y el empleo de calidad, salvaguardar y potenciar los mecanismos de protección social para proteger a la población más vulnerable, y mejorar el acceso a oportunidades para un desarrollo más inclusivo.

REFERENCIAS

[1] Asamblea del Ecaudor. (2020). Ley Organica de Apoyo Humanitario. Quito.

[2] Carvajal Vargas, C. M. (2020). Repositorio UTA. Obtenido de http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31754/1/T4877ig.pdf.

[3] CEPAL NU. (2020). Informe sobre el impacto económico en América Latina y el Caribe de la enfermedad por coronavirus (COVID-19). CEPAL, 38.

[4] Clavellina Miller, J. (2020). Posibles efectos del Coronavirus en la economia Mundial. Superintendica de Compañias, 10.

[5] de Lamo Rubio, L. (2020). La jurisdicción social y las consecuencias de Covid-19. Diario la Ley, 6.

[6] Gomez, P., & Enríquez, S. (2020). Informe Economico. PGE.

[7] Heras Fernandez, E. (2020). Repositorio ULVR. Obtenido de http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/3549/1/TM-ULVR-0175.pdf.

[8] Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, L. (2010). Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill.

[9] Lawrence, G. (2003). Principios de Administración Financiera. (10ª ed). México: Prentice Hall, 631.

[10] Morillo, M. (2001). Rentabilidad Financiera y Reducción de Costos. Actualidad Contable Faces, 35-48.

[11] Nava Rosillón, M. A. (2009). Análisis financiero: una herramienta clave para una gestión financiera eficiente. Revista Venezolana de Gerencia, 48.

[12] Paz Gomez, D., & Santelices Enríquez, M. C. (2020). capacidades de política en tiempos de Covid-19: comprendiendo las respuestas económicas de Colombia y Ecuador. UNAL, 72-90.

[13] Rubio D., P. (31 de 07 de 2008). Manual de Análisis Financiero. España:. Obtenido de Universidad de Málaga. Edición electrónica: http://www.eumed.net/libros/2007a/255.

[14] SUPERINTENDENCIA DE BANCOS. (s.f.). Obtenido de https://www.superbancos.gob.ec/bancos/balance-general-prueba/.

[15] Superintendencia de Bancos. (2019 -2020).

[16] Trilla, A. (2020). Un mundo, una salud: la epidemia por el nuevo coronavirus Covid-19. PMC, 175-177.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 653-657
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Supply Chain 4.0: The Digital Era of Supply Chain

Yash Kaushik[1], and Shalini Vermani[2]

[1]Student, Apeejay School of Management, India

[2]Associate Professor, Apeejay School of Management, India

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Supply chain 4.0 is the future of the industry. To deal with the varying demand and supply, it is important to digitize the various levels of supply chain. Supply chain 4.0 is an efficient, flexible and faster mechanism that empowers organizations to handle the requirements of the clients and also the challenges on the supply side. Major challenge in implementing supply chain 4.0 is the requirement of huge amount of technical advancement but the benefits of supply chain 4.0 over powers the cost involve.

KEYWORDS: Supply chain 4.0, industry, artificial intelligence, internet of things, big data, analytics, machine learning, cloud computing.

1 INTRODUCTION

Every day the world is moving toward the digital era. The pace of which has increased since the world was hit covid-19. Industries have to quickly respond to this and have to make changes in their way of working. With the introduction of Industry 4.0 things have become more digitized and automated.

Digitalization leads to this groundbreaking innovation in the field of Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT), Big Data & Analytics, Automation and Robotics, Machine Learning, Cloud Computing, Blockchain, and many more.

Intensive growth in smart device features and their ability to outperform humans in every field and providing every possible way to make things simpler for everyone with any hustle. These things have created a hustle-free environment for everyone with the least interference from humans and more productivity in every kind.

The world is moving quicker than we think with industry 4.0 which emphasizes more on end-to-end digitization and data integration of all industry activities. Industry 4.0 helps the company generating, analysing and communicating data effortlessly to the companies which provides a high value of competitive advantage over other companies and outcasts them in every possible way.

We can say that industry 4.0 and covid 19 has made the companies rethink the way their supply chain has worked till now and will it be able to survive this new era of supply chain 4.0 and will they be able to make changes as quickly as possible. This explosion of covid 19 has made things worse for these companies as if they don't quickly respond to these changes, they won't be able to survive in the market and may lead to the closure of their company. Traditional ways have become outdated in this situation as humans are not allowed to interact with each other and working from home. And in case if they are available the company has to make them work in a different shift as restriction by the governments all around the world.

Supply chain 4.0 is the answer to every possible question currently which these companies are looking for. Over the years logistics have gone through many huge changes and this one of them. From going all human functioned process to all machine functioned processed. This process is more accurate and more productive with the least amount of wastage which further leads to improvement of the companies in terms of market shared and a better understanding of the supply chain.

Corresponding Author: Shalini Vermani

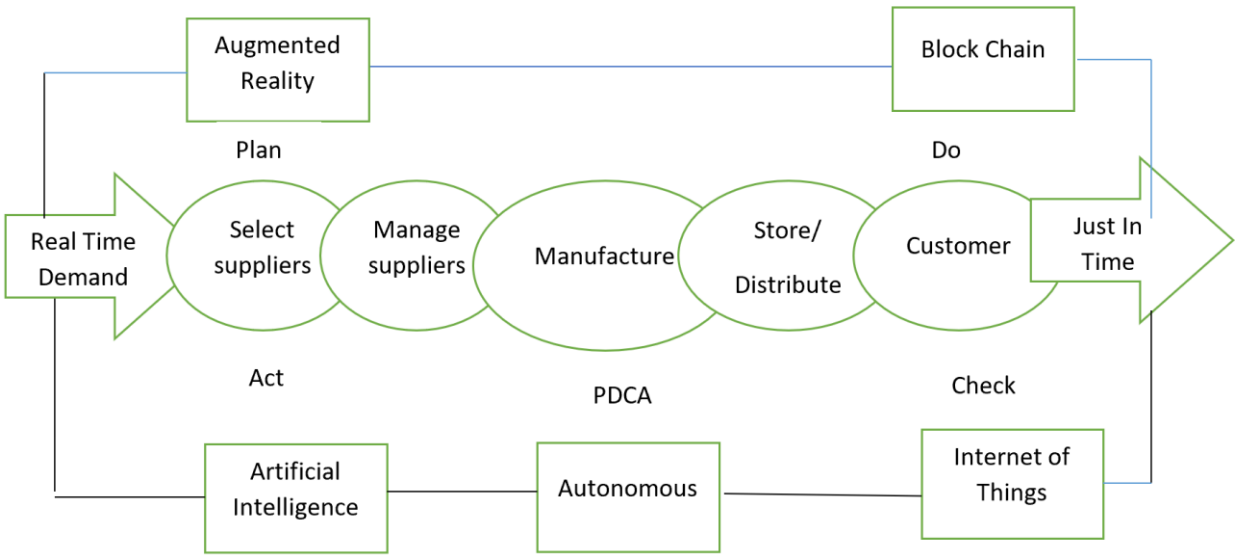
2 SUPPLY CHAIN 4.0

"Supply chain 4.0 is simply the application of the IoT (Internet of Things), the use of AI and robotic, and the application of advanced analytics of huge data in the supply chain. Placing sensors in everything possible, creation of networks everywhere, automate anything and analyse everything to enhance the performance and customer satisfaction"

Supply chain 4.0 has made the work easy for management and CSO (chief supply chain officer). Now the process is more focused on advanced planning processes which include analytical demand planning or integrated sales and operations planning. This has become the process of many companies nowadays. Companies have started outsourcing third-party logistic service providers. The supply chain ensures the smooth functioning between customer and supplier.

The expectations of the customer are increasing day by day in this online trend which has been growing rapidly for the past few years. There is a very definite trend towards individualization and customization that more a strong connection with the customer. The online-enabled transparency and easy access to a customer regarding where the shop is and what to buy drives the competition of the supply chain. With these trends, the supply chain needs to become much faster, more powered, and much more precise.

PROCEDURE OF SUPPLY CHAIN 4.0



3 TECHNOLOGIES REQUIRED FOR SMOOTH RUN OF SUPPLY CHAIN 4.0

3.1 ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) AND MACHINE LEARNING (ML)

Logistics and transport operations generate a large amount of data to analysis such data and get full benefit from them we need to apply some analytic tools to get better insights.

Through AI and ML techniques we can monitor such data in no time and get a better vision of the situation. This can be applied in two ways:

a. Making all the process and action automated so they can be operated with any human intervention.

b. Helping the human decision-making process in operations of the company by reducing errors and identifying bias, especially in data analysis.

AI and ML can provide handful advantages to supply chain like cost saving savings through reduced redundancies and risk mitigation, improved forecasting, faster deliveries through more optimized routes and improved customer service.

3.2 INTERNET OF THINGS (IOT)

Internet of thing has been one of the revolutionary technologies for the industrial world. It has helped the managers to improve operational efficiency of distribution and added transparency to decision making process. Tracking of goods and monitoring their live status has been one of the major objectives of supply chain. With help of IoT technology it has become easy of managers to keep track of inventories. IoT has made few things easy for a manager to monitor:

- Real time location tracking

IoT has provided managers to monitor the real time location of product and their condition. It can alert the manager if the product is shipped wrong and when the product will be delivered.

- Monitoring warehouse condition

Environmental sensors have made easy to track shipment conditions and proactively respond to changes. Such sensors helps us to get temperature inside vehicles, pressure, humidity, and other factors that could compromise the product's integrity and triggers automatic condition adjustment.

- Product arrival

IoT devices have made managers to improve the quality of decision making and increase the precision of delivery. Monitoring of goods in real time has made us to predict the delivery of the product.

3.3 AUTOMATION

Robotic process automation (RPA) has enable many companies to improve operational efficiency, cut down operational costs and also prevent shortages. Automation is one of the top priority of companies now days in supply chain operations. In simple terms supply chain automation is griping digital technologies such as AI, ML, RPA, OCR, and robotics to lower the operational cost of delivering product and services. With the help of automation in supply chain following activities can be monitored better:

a. Backend office automation
b. Warehouse automation
c. Transportation automation

3.4 CLOUD COMPUTING

Cloud computing is something which companies have been using for bring innovation to the management of their supply chain. SaaS (software as a service) model which most used by the companies. CC has provided with optimization in infrastructure, platform and software solutions for the supply chain network and operational benefits to the companies. CC is mostly used in supply chain activities like forecasting and planning, logistics, spare part management, and sourcing and procurement. Cloud computing in supply chain has provide enormous benefits one of the major being intelligence and automation. Other benefits have also help companies to make supply chain better such as real time visibility, improved scalability, speed and cost efficiency

3.5 BLOCKCHAIN

Blockchain technology stores and shares information across a network of users in an open virtual space, and it allows users to view all the transactions simultaneously and in real-time. Each block contains the data of all the transactions in the system within a period of time, and it creates a digital footprint which can be used to verify the validity of the information and connect with the next block. There can be numbers of such blocks in the blockchain, and the blocks are linked to each other (like a chain) in a proper linear, chronological order with every block containing a hash of the previous block. The changes to the information that is stored in the ledger needs approval by consensus from each node of the network. This is possible because in a blockchain, the data infrastructure is visible to all the entities, and no single entity controls the data. Thus, a blockchain provides better visibility in procurement, accurate and reliable data for analytics, and increased trust among all participants in a supply chain network. Blockchain technology also helps to reduce the human interaction in non-value-added activities. A

selection of smart contracts can be included in the blockchain platform to facilitate secure communication between the users and machines.

4 THE ENORMOUS BENEFIT OF SUPPLY CHAIN 4.0

4.1 GREAT LUCIDITY AND PRECISENESS

A supply chain can involve hundreds and thousands of complicities operating within the supply chain ecosystem of a company. So a company needs end-to-end lucidity and real-time product tracking for smooth conduct of the supply chain. Any kind of misleading in supply chain risk management can lead to malfunctioning of the supply chain, lost sales, and undue costs that occur in the company.

Supply chain 4.0 has enabled the companies to rack the entire supply chain in real-time, such as finding out the exact location of goods (on order, in transit, or a warehouse). Advanced solutions easily track inventory by combing updates from supply chain partners with IoT data. This improves order accuracy and ETAs (minimizing out-of-stock situations), enhances lot and batch control, optimizes inventory, and lowers associated costs.

4.2 COST-SAVING THROUGH THE BETTER ANALYSIS DECISION MAKING

Machine learning system has helped to predict the demand for a particular product more precisely by analysing data. They can also give us a probability of required demand volume in future. This helps the company to occure less loses and get a competitive advantage over others. Use of such predictive analytics methods has reduced forecasting errors by almost 50 percent. This helps a company to optimize their inventory.

4.3 AMELIORATE WAREHOUSE MANAGEMENT

Supply chain 4.0 has significantly ameliorate warehouse management capabilities – especially with regard to supply chain inventory and logistics.

Sensors can help to track the product in no time and give accurate location.

RFID technology can predict the exact location of a product, even its exact position inside a truck. Such preciseness helps managers provide location-based instructions to workers, saving time. Labor hours consumed per order are also reduced. Thanks to tracking devices, companies can avoid last-minute shocks such as inadequate quantity or non-compliance. Machine-to-machine communication also optimizes the number of carriers per shipment, reducing transportation costs. Inventory storage per square foot is also optimized through accurate demand prediction. This way, plant managers can easily control the flow of inventory globally.

5 COMPARISON BETWEEN TRADITION SUPPLY CHAIN AND SUPPLY CHAIN 4.0

TRADITIONAL SUPPLY CHAIN	SUPPLY CHAIN 4.0
Plan and controlled model	Plan, do, check, act model
Ineffective on feedback loop overall	Feedback loop of individual and overall
Partial view of supply chain	360 degree view of supply chain
Lack of collaboration	Collaboration in designed manner
Huge stock of inventory	Optimal inventory
More costs and resources required	Less costs and resources required
Lack of communication	Simultaneous communication
Imbalanced supply vs actual demand	Balanced supply vs actual demand

6 CONCLUSION

Supply chain 4.0 is the future of the industry. To deal with the varying demand and supply, it is important to digitize the various levels of supply chain. Supply chain 4.0 is an efficient, flexible and faster mechanism that empowers organizations to handle the requirements of the clients and also the challenges on the supply side. Major challenge in implementing supply

chain 4.0 is the requirement of huge amount of technical advancement but the benefits of supply chain 4.0 over powers the cost involve.

REFERENCES

[1] Bag, S., Telukdarie, A., Pretorius, J. H. C., & Gupta, S. (2018). Industry 4.0 and supply chain sustainability: framework and future research directions. Benchmarking: An International Journal, Vol. 28 No. 5, pp. 1410-1450. doi: 10.1108/BIJ-03-2018-0056.

[2] Bienhaus, F., & Haddud, A. (2018). Procurement 4.0: factors influencing the digitisation of procurement and supply chains. Business Process Management Journal, vol. 24, no. (4), pp. 965-984. doi: 10.1108/BPMJ-06-2017-0139.

[3] Datex. (2018). Industry 4.0, the Smart Factory & the Digital Supply Chain. https://www.datexcorp.com/industry-4-0-smart-factory-digitization-supply-chain/.

[4] Manavalan, E., & Jayakrishna, K. (2019). A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements. Computers & Industrial Engineering, vol. 127, no., pp. 925-953. doi: https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.11.030.

[5] Martins, F.De C., Simon, A.T., Campus, R.S.De (2020). Supply Chain 4.0 challenges, Gestão & Produção 27 (3).

[6] Sassi, A., Ali, M.B. (2021). The relation between Industry 4.0 and Supply Chain 4.0 and the impact of their implementation on companies' performance: State of the Art. International Journal of Innovation and Applied Studies 31 (4): 820-828.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 658-669
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Green Talent Management and Sustainability: A Study on Power Sector in Bangladesh

Md. Jahangir Alam Siddikee, Jesmin Ara, Humaira Begum, and Md. Rigan Sarkar Lisone

Department of Finance and Banking, Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University, Dinajpur, Bangladesh

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Talent management is one of the most important concerns for leaders all over the world. In the power sector, talent management plays an important role for both local and multinational companies. This study focuses on talent management with the help of green human resource management in Bangladeshi power sector. From the literature review and twenty-six expert's opinions, twelve important barriers were identified. These barriers are insufficient talent supply, unsecured career growth, scarcity of manpower, shortage of training programs, lack of advanced technical and technological knowledge, absence of mechanism in action, lack of infrastructure development, workforce adjustment, system loss, lack of supply, high demand, and inadequate financial incentive. Their mutual interrelationships were discussed using the Total Interpretive Structural Modeling Technique (TISM). After that, Matrice d'Impacts Croisés, Multiplication Appliquée à un Classement is known as MICMAC analysis, helps to identify the indirect relationship between barriers having high driving intensity. is known as MICMAC analysis, helps to identify the indirect relationship between barriers having high driving intensity. Finally, the DEMATEL approach was developed to establish the cause-effect relationship model between the barriers. Its purpose is to provide HR managers with an understanding of the relationship between the barriers and indicate the most critical ones that attach talent management with green human resource management for sustainability of an organization in the power sector of Bangladesh.

KEYWORDS: Talent management, green human resource management, sustainable human resource management, power sector, human resource manager.

1. INTRODUCTION

The power sector is essential for the technological and economic development of Bangladesh. The future economic development of the country will mostly depend on the demand for energy. In a developing country like Bangladesh, power generation ability is very limited, although it is necessary to increase. Moreover, the power sector of Bangladesh is very important for the economic development. The sustainable development of a country depends on the power sector. The development of the social, economic, and political power sectors is essential.

In the power sector, talent management is very important for the development of financial growth. Talent management (TM) may be defined as the activities and techniques that involve the systematic attraction, identification, development, engagement, retention, and deployment of this talent that are of particular value to a corporation to create sustainable strategic success. [1] The remarkable complexity of today's power sector-marked with the help of globalization, technology, and broader socio-economic, and geographic changes, even increases the need for attention to attracting, identifying, developing, recruiting, and keeping talent to navigate the demanding situations of it. [2] States that Because of a shortage of talent management, talent management has emerged as a critical strategic domain for the growth and survival ofnational and multinational businesses. Talent readiness is important for effective and efficient leadership. Furthermore, it is crucial for industrial growth, development, and sustainability [3]. The shortage of a skilled work force is a major challenge in the power sector in Bangladesh. Talent management is an important matter in the power sector to achieve its sustainability. The talent tries to make ensure profitability, a positive brand image, and a major advantage for the power sector industry.

Talent management plays a major role in the power sector. A highly skilled or good human resource is a resource for the power sector, because skilled and talented employees or management are always necessary for an organization. Talent management helps and

organization helps with their different kinds of activities. Talent management gives proper direction to the employees. If there are any barriers related to the organization, it affects the sustainable growth of an organization. Sustainable economic growth is necessary for a country's economic and social development. Sustainable development helps to develop the country's long-term benefits. If the power sector is a good example of sustainable development, then make sure its barriers of power sector is removed.

Ref. [4] says that Green human resource management is a part of the HRM functions that encourage an organization to take up green initiatives. Green human resource management comes from the policy, philosophy, and practice of green management. GHRM tries to help an organization perform their programs to decrease carbon emissions, gain carbon credits, and other areas pertaining to manpower, performance, supervision, induction, training, and development, compensation, and reward management.

Moreover, green human resource management is defined as an effective management system that combines and joins environmental management (EM) and sustainable performance. In recent years, environmental issues have become one of the most important managerial challenges. At the same time, an organization tries to reduce its negative impact on the environment and, at the same time, tries to improve sustainable performance [5]. [6] Sustainable human resource management process plays a significant role in accomplishing sustainability and giving flexibility to the employees. Sustainable human resource management can assist the organization in achieving its sustainability goals. [5] Green human resource management (GHRM) tries to provide sustainability insocial equity, health, wellness, and well-being for the organization and its employees. It helps to achieve the goals of economic stability and environmental balance [5]. A while ago, profit was the only way to evaluate an organization's success; presently, it is not true in business purposes. Now, an organization needs to combine its objective with environmental conservation and sustainability.

GHRM is the use of human resource management policies to stimulate firms, businesses, organizations, and enterprises to increase environmentalism and to encourage employees' morale and satisfaction toward the environment. Because of this, GHRM will achieve better proficiency, lower cost, and better employment engagement and retention. [7] GHRM is important for greening organizations. Many organizations follow GHRM to benefit their employees and financial performance. Besides the environment, GHRM also tries to increase the retention of its talent pool. According to [8] an organization gets substantial achievement in engagement, commitment, morale, retention, and work-life commitment through fair and equitable GHRM. Many researchers say that organizations can focus on environmentally sustainable business practices by instigating a greener corporate culture that leads to efficacy, lower expenditure, and better employee relationships. GHRM encourages employees' well-being by cultivating positive work surroundings. It mediates the well-being and performance of organizations constructively. The advancement of GHRM comprises expenditure reduction, corporate social responsibility, talent management, and competition benefits [8]. Besides that, GHRM connects green talents by establishing a green image for employers and improving the company's brand image as a potential marketing strategy. It contributes to the quality of an organization and improves relationships with multiple stakeholders, such as customers, suppliers, vendors, shareholders, government agencies, employees, media, and so on. Proposed a model that highlights adequate environmental training is important at various levels as part of GHRM to develop financial and environmental performance, thereby obtaining a competitive advantage. Few studies have made special attention to the advantages of GHRM systems on organizational performance rather than individual performance. For instance, [9] the result of a set of green human resource management practices as a bundle on the environmental and financial performance of an organizations.

This paper tries to address the barriers to sustainable green human resource management (SHRM) with a focus on talent management and its objectives are

1. Indicating barriers to talent management in the power sector in the context of green human resource management
2. To determine the context and casual relationship among the barriers.
3. To provide managers and others with the means to overcome the identical barriers.

In this paperwork, the most important barriers to green human resource management are identified with a focus on talent management through literature review and suggestions from some experts from relevant work fields. After that, an approach called (Total interpretative structural Model) TISM and Decision Making Trail and Evaluation Laboratory (DEMATEL) was developed for the contextual and cause-effect relationships barriers.

This paper has been little contribution on the area of employee motivation in the power sector [9]. [9] Tells that for analyzing the sustainability of the work force, scientific management is one of the major eras of an organization. This paper does not concern this idea. There is a significant need to analyze employee sustainability issues by employing an integrated TISM-DEMATEL approach. It may be very shocking that many organizations are unaware of why employees are leaving and why they stay [10].

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. DATA

Twenty-six Human Resource Management experts were contracted for the phase of the study from more than seven different offices. Out of twenty-six experts, there are fifteen from the public sector and the other is private and autonomous sector, Bangladesh Rural Electric Board (BREB) and Northern electricity Supply Company Limited (NESCO). Among the experts, there are eleven employees (42 percent) are female. The average age of the employees was Forty-two (42). Out of Twenty-six experts fourteen (53 percent) were top level management, eight (30 percent) were mid level management, and Four (17 percent) are the junior level management.

2.2. MODELS

2.2.1. TISM

Ref. [11] tells that TISM helps to make the interrelation among the different factors. Total infrastructure structure modeling method developed by Warfield in 1973 [12]. Basically, TISM method explores the different types of complex hierarchical inter-relationships among the various elements. TISM model deals to find out possible interdependencies among the factors. TISM model not only explore the nature and inter-relationship of the elements such as ISM but also explains the logic behind the interdependence. It is more approachable well articulated hierarchical structured model, [12] TISM model involves some steps. These steps are following

1. The first step is to define and explain the factors whose inter relationships are modeled through the literature from group of experts.
2. Developed a model structure relating the elements, it is very necessary to state applicable relationship between the elements. Experts and HR managements are requested to capture the contextual relationship among the barriers.
3. The third step is to explain the interrelationship among the elements. This step helps to make the relationship nature; it fails to explain "how" the relationship works. In TISM methodology, it is very important to make/establish the interpretation of the relation, and it need to remember that the interpretation would be specific for each elements.
4. Ref. [13] tells that following the interpretation of relationship, next step is to explain the logic of pair-wise comparisons. This time answer is recorded "Yes" (1) or "no" (0). For each c-d link the entry code could be Yes (1) or No (0) to be further illustrated.
5. In the next step, create a reachability matrix and checks for transitive links. Wherein 1 is assigned for "Yes" and 0 is for "No". Then the matrix is checked for the transitivity rule to achieve final Rechability matrix (FRM), [13]
6. After that, the reachability matrix needs to be partitioned under various levels. In FRM, there is rechability sets, antecedent sets, intersection sets. Barriers which are the same set value in reachability matrix will be eliminated. All the barriers repeatedly used to obtaining different levels of elimination.
7. Develop a diagraph by their factors at their elimination level and draw a direct links subsequently. It is needed to remember that critical link of transitivity may be consign.
8. Create the interaction matrix with the help of final diagraph to binary matrix, representing all the significance interactions. 1 is considered. If there is relation and it is necessary to write down interpretation statement in the interpretive matrix.
9. Finally, set up TISM model. TISM model emphasize the interpretation of the corresponding comparison besides with the hierarchical model.

2.2.2. MICMAC

Ref. [13] tells that Matrice d'Impacts Croisés Multiplication Appliquée à un Classement is known as MCMAC analysis Was Developed by Duperrin and Godet in 1973. This Method is helps to identifying the indirect relationship between the systems. [13] state that MICMAC analysis classifies its factor into Autonomous, Dependent, Linkage and Driving Factors as cluster I, II, III, IV. Autonomous factors states are weak driving power and week dependence that means weak relationship with other variables. Dependent Factors means which have weak driving power but it has strong dependent power. Linkage factor has strong driving power and strong dependence power. Finally, driving factor that has strong driving power but weak dependence power MICMAC analysis is used to identify the driving pier and dependence power. MICMAC analysis helps to analysis all the elements of a problem. Normally MICMAC analysis uses binary Systems (0 and 1).

2.2.3. DEMATEL APPROACH

Ref. [14] tells that DEMATEL approach helps to solve real world problems by taking into account and analyzing several dimension and factors. DEMATEL is familiar with examine the cause and effect relationship associated with different component of system. [15],

DEMATEL approach was developed by Batella Geneva Research Center. This method used to help of the correlation and importance of the factors. [16] DEMATEL Approach states the relationship among the factors by casual diagram in a natural manner. It associates with direct and indirect influence among different elements, which express in quantitatively.

DEMATEL approach is following these steps

1. Determine the indicator which is used to model diagram.
2. Develop a direct relationship matrix between the criteria. Ask all the experts to fulfill the tables considering "3" for highly influenced; "2" for average influenced; "1" for less influenced; "0" for no influenced. Then make the average of all the entities. Consider "A" is the variable, and P is the average matrix

   P_{11}.....P_{1d}.....P_{1a}

   P_{c1}.....P_{cd}.....P_{ca}

   P_{a1}.....P_{ad}.....P_{aa}

   3. Normalized the direct relation matrix

   "c" and "d" are identified the row and column respectively.

   Normalized the direct relation matrix "X" is derived from "P", multiplied by "M".

   Where "M" is M= min $\{1/\max i \sum|P_{cd}|, 1/\max i \sum| P_{cd} |\}$
4. After that formulate the total relation matrix (T) of the giving relation: $T= X (I -X)^{-1}$

   where "I" is the identity matrix.
5. develop a casual diagram which is used to find the values of "r" "c", sum of rows and sum of columns respectively.

   Their calculation is given below.

   $T= [t_{cd}]$ $mxm^{c,}$ d=1,2,3, ...p

   R= (r1, rc, &rp) = (ri) p

   r+c states the significance of each factor, it ranks all the factors. Here, r-c expresses the relation. If r-c shows positive value, it follows cause category and if r-c shows negative value, it follows effect category.
6. Finally, taking the average of the T matrix, threshold value (α) need to calculate. Threshold value (α) filters the unimportant relation among the elements. The greater value α considers as important and it is showing in the cause effect diagram.

2.3. DEVELOPMENT OF THE INTEGRATED TISM-DEMATEL MODEL

In order to develop TISM and DEMATEL model, nineteen barriers were identified in talent management through literature review. After that experts and academicians identified barriers were filtered, and some of the barriers were merged. Twenty-six Personnel of power sector were connected. Their age range was 25 to 55 years old. After a lot of discussion with experts and academicians nineteen barriers were filtered /merged to twelve.

After merging nineteen barriers to twelve, the experts were appealing for fill table 2 based on their experienced and knowledge.

After collecting the answer from the experts, all the relationship and its interpretations were recorded. Then they were sent back to the experts for their opinions. After three iterations, experts have agreed the interrelation between the barriers and the same are supplied in the supplementary material; for which initial reachability matrix was developed (Table 1).

After that a significant transitive links was developed and final rechability matrix was formulated (Table 2).

Final rechability matrix helped to build the rechability and antecedent sets, and their intersections were noted. It helps to find out their level of partitioning. 12 barriers were partitioned into 3 levels in this study (Table 3)

FRM formed a diagraph by maintaining a significant transitive links, and the final diagraph was developed. Then the final diagraph was changed in binary matrix displaying the relationships and after that interaction matrix was formulated. Final diagraph helps to developed TISM model by exchanging nodal values with barriers statements (Figure 1).

The interpretations of the barriers were indicated in TISM model from the binary matrix (Supplementary material). In FRM there is influenced power and dependency form, with the help of this the driving and dependency diagram was formulated (Figure 2).

All the twenty-six (26) experts were requested to fill the direct relationship matrix, and the rage of the relationship. It helps to develop DEMATEL cause effect relationship model. After obtaining all the matrices, the entities were averaged (Table 4).

Then the average decision matrix was standardized, and the total influenced matrix was generated respectively. Table 5 represents total influenced matrix.

After that T matrix calculated with the values of r+c and r-c. The values of r+c and r-c with ranking of the challenges were displayed in Table 6.

For α, average of the T matrix was considered. The value which was lower than α were removed and inner dependency matrix was developed (Table 7).

3. RESULTS

Table 1. Initial Reachability Matrix of Barriers

No	Barriers	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Insufficient Talent Supply (B1)	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1
2	Unsecured Career Growth (B2)	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
3	Scarcity of Man power (B3)	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
4	Shortage of Training Program (B4)	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
5	Lack of Advance technological and Technical Knowledge (B5)	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
6	Absence of Protection in Mechanism (B6)	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
7	Lack of Infrastructure Development (B7)	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0
8	Workforce Adjustment (B8)	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
9	System Loss (B9)	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0
10	Lack of Supply (B10)	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
11	High Demand (B11)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
12	Inadequate Financial incentive (B12)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Table 2. Final Reachability Matrix (FRM) Barriers

No	Barriers	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Driving power
1	Insufficient talent supply (B1)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
2	Unsecured career growth (B2)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
3	Scarcity of manpower (B3)	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
4	Shortage of training program (B4)	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
5	Lack of advance technological and technical knowledge (B5)	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
6	Absence of protection mechanism in action (B6)	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3
7	Lack of infrastructure development (B7)	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
8	Workforce adjustment (B8)	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	6
9	System loss (B9)	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	4
10	Lack of Supply (B10)	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3
11	High demand (B11)	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	4
12	Inadequate financial incentives (B12)	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3
	Dependence	3	2	12	1	3	1	4	1	5	3	1	2	38/38

Table 3. Level Partitions of the Final Reachability Matrix Iteration I to Iteration III

S.N	Reachability Matrix	Antecedent set	intersection	Level
1	1,2,4,8,9	1,3	1,2	**II (1)**
2	1,2,3,8,12	2,5	2	**I** (2)
3	2,3,5,8,12	1,2,3,4, 5,6,7,8,9,10,11,12	2,3,5,8,12	**III** (3)
4	1,2,3,4,8	4	4	**I** (4)
5	4,5,7	5,8,12	5	**I** (5)
6	5,6	6	6	**I** (6)
7	7,8,9,11	6,7,8,9	7,8,9	**III** (7)
8	1,2,3,8	8	8	**I** (8)
9	1,3,4,6,7,8,9	2,3,4,8,9,10,11	3,4,8,9	**III** (9)
10	6,7,10,11	8,9,10	10	**I** (10)
11	6,10,11	11	11	**I** (11)
12	2,12	11,12	12	**I** (12)

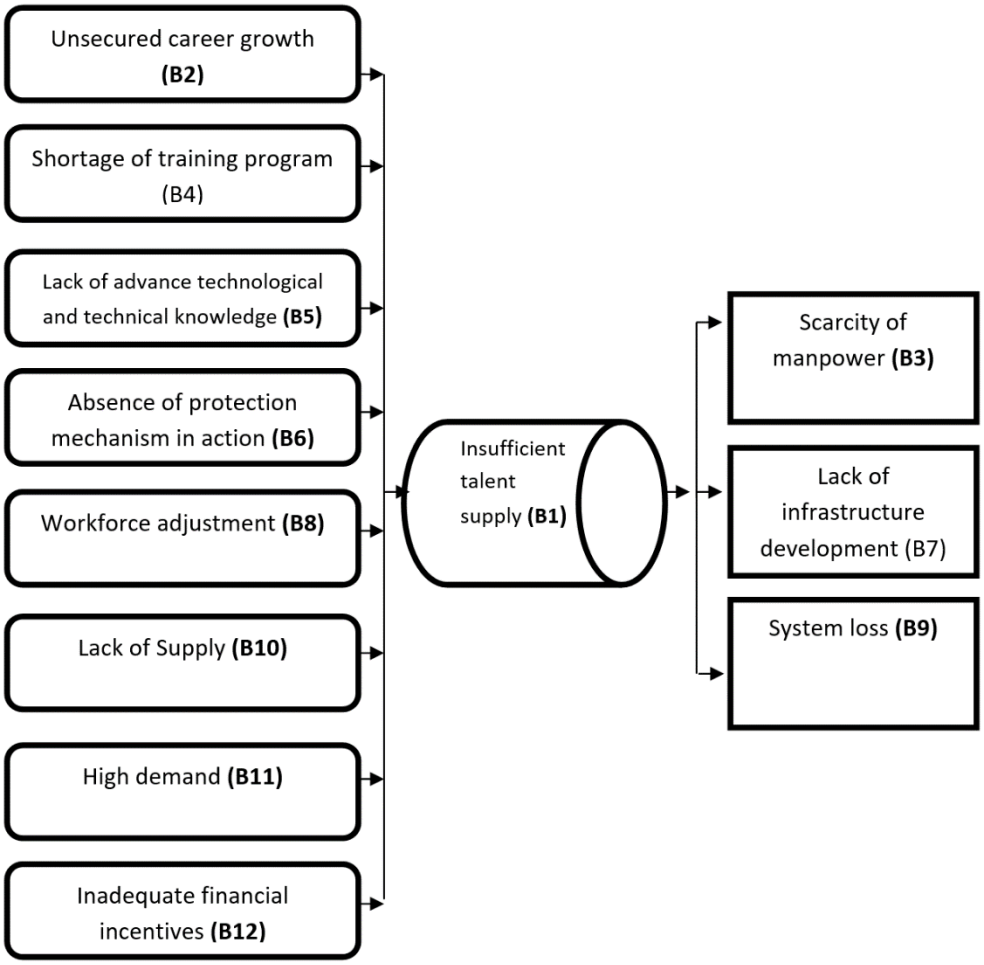


Fig. 1. TISM based model of challenges

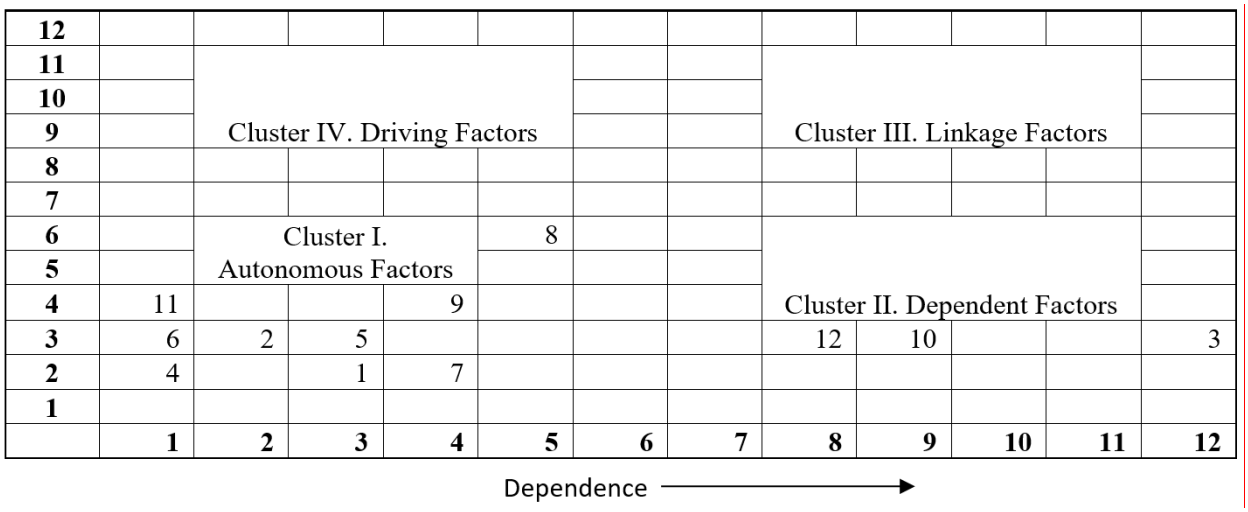


Fig. 2. Driving power and dependence diagram of barriers

Table 4. Average Decision Matrix

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
B1	0	2	0	1	3	0	0	0	0	0	1	0
B2	2	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	1
B3	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
B4	3	0	0		0	0	0	3	0	0	0	0
B5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B6	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
B7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B8	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B9	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
B10	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
B11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B12	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Table 5. Total relationship matrix

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	ri
B1	1	0.125	0	0.0625	0.1875	0	0	0	0	0	0.0625	0	1.4375
B2	0.125	-1	0.0625	0	0	0	0	0.125	0	0	0	0.0625	-0.625
B3	0.1875	0	-1	0.0625	0.0625	0	0	0	0	0	0	0	-0.6875
B4	0.1875	0	0	-1	0	0	0	0.1875	0	0	0	0	-0.625
B5	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1
B6	0	0	0	0	0	-1	0.0625	0.0625	0	0	0	0	-0.875
B7	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1
B8	0.0625	0.0625	0.0625	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-0.8125
B9	0.0625	0.0625	0.0625	0.0625	0.0625	0	0	0.0625	-1	0	0	0	-0.625
B10	0	0	0	0.0625	0.0625	0	0	0	0	-1	0.0625	0	-0.8125
B11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1
B12	0.0625	0	0	0.0625	0	0	0	0	0	0	0	-1	-0.875
Cj	1.6875	-0.75	-0.8125	-0.6875	-0.625	-1	-0.9375	-0.5625	-1	-1	-0.875	-0.9375	

Table 6. Values of casual parameters

	Ri	Cj	ri+cj	ri-cj	Nature
B1	1.4375	1.6875	3.125	-0.25	Effect
B2	-0.4375	-0.75	-1.1875	0.3125	Effect
B3	-0.6875	-0.8125	-1.5	0.125	Effect
B4	-0.625	-0.6875	-1.3125	0.0625	Effect
B5	-1	-0.625	-1.625	-0.375	Effect
B6	-0.875	-1	-1.875	0.125	Effect
B7	-1	-0.9375	-1.9375	-0.0625	Effect
B8	-0.8125	-0.5625	-1.375	-0.25	Effect
B9	-0.625	-1	-1.625	0.375	Effect
B10	-0.8125	-1	-1.8125	0.1875	Effect
B11	-1	-0.875	-1.875	-0.125	Effect
B12	-0.875	-0.9375	-1.8125	0.0625	Effect

Table 7. Inner dependency Matrix (α= -.625)

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
B1	1	0.125		0.0625	0.1875						0.0625	
B2	0.125		0.0625					0.125				0.0625
B3	0.1875			0.0625	0.0625							
B4	0.1875							0.1875				
B5												
B6							0.0625	0.0625				
B7												
B8	0.0625	0.0625	0.0625									
B9	0.0625	0.0625	0.0625	0.0625	0.0625			0.0625				
B10				0.0625	0.0625						0.0625	
B11												
B12	0.0625											

4. DISCUSSION

There are four levels in the TISM-based model. These levels were graded into four segments. They are “highly”, “average”, “less”, and “no”. In highly specialized areas, there are eight barriers such as: unsecured career growth (B2), shortage of training program (B4), lack of advance technological and technical knowledge (B5), absence of protection mechanism in action (B6), workforce adjustment (B8), lack of supply (B10), high demand (B11), inadequate financial incentives (B12). These barriers can control the top 3 levels. These eight barriers are highly significant for policy/ decision makers. In average significance, there is only one barrier such as insufficient talent supply (B1). This barrier can control top levels and is being driven by the bottom-most level. “Less” is the last level; there are 3 barriers, such as scarcity of manpower (B3), lack of infrastructure development (B7), system loss (B9). These barriers are dependent on the two levels (highly significant and average significant). Their control power is low, and decision makerspay less attention of these variables.

The power matrix of the MICMAC analysis shows the driving and dependency intensities of all twelve barriers. MICMAC analysis has been divided into four clusters, such as Cluster I autonomous factors, Cluster II dependent factors, Cluster III linkage factors, and Cluster IV driving factors. Autonomous clusters are less important because they have less driving and dependence intensity. In our study, eight barriers were identified namely insufficient talent supply (B1), unsecured career growth (B2), shortage of training programs (B4), lack of advance technological and technical knowledge (B5), absence of protection in mechanism (B6), lack of infrastructure development (B7), workforce adjustment (B8), system loss (B9), high demand (B11). The dependent cluster factors are less considerable than the independent factors. As the factors of the previous cluster have a high dependency and less driving possibility. In this section, there are three barriers, namely: scarcity of manpower (B3), lack of supply (B10), inadequate financial incentives (B12). In the terms of the linkage and driving factors, there are no barriers to the study.

The output result of DEMATEL analysis has been tabulated in Table 6. All the barriers are divided into two parts, namely "Cause" and "Effect". In this group, all the barriers, namely "insufficient talent supply (B1), unsecured career growth (B2), scarcity of manpower (B3), shortage of training programs (B4), lack of advanced technological and technical knowledge (B5), absence of protection in mechanism (B6), lack of infrastructure development (B7), workforce adjustment (B8), system loss (B9), and lack of supply (B10), high demand (B11), and inadequate financial incentives (B12)

Integrated TISM and DEMATEL-based structural models, which are developed by imposing weights of the inner dependency matrix (Table 7) on the TISM model. The important transitive links have been retained in the integrated model, and weight indicates the strength of the relationship between the barriers.

The output of the TISM approach shows that eight barriers, namely unsecured career growth (B2), shortage of training programs (B4), lack of advanced technological and technical knowledge (B5), absence of protection mechanism in action (B6), workforce adjustment (B8), lack of supply (B10), high demand (B11), inadequate financial incentives (B12). These barriers can control the top three levels. These eight barriers are highly significant for decision makers. In average significance, there is only one barrier such as insufficient talent supply (B1). Furthermore, the cause-effect diagram of the DEMATEL approach indicated that B2, B3, B4, B6, B9, B10, and B12 have the most significance. The variation in this result may be differences in the judgments of the experts. DEMATEL methodology demands transitory of the relationship of the relationship, where as TISM methodology only shows direction of the relationship is needed. It is worth mentioning that the most critical barriers indicated by all three methodologies are the same. Policy and decision makers need to focus on these factors to improve sustainability of the human resources.

INSUFFICIENT TALENT SUPPLY

Because school and college students are unaware of the job opportunities and career paths (short and long term) in the power sector, the power sector is no longer a favored area among in younger generation. The present educational system is unable to assure manpower stability. So the gap between demand and supply for a qualified workforce is increasing every year.In an organization, employees are hired to assist the organizationin continuing to engage with its customers for profits. A scientific management theory known as "Tailors" that gained popularity at the turn of the century n 1917. This idea has three simple standards which such as "locate the only quality manner to carry out every mission, cautiously healthy every different employee to every mission, carefully supervise employees and use rewards, punishment, and motivators" [17].The merger of scientific management bureaucratic theory and administrative theory emphasizes on the three major steps mentioned above, and the issue of carefully matching each other to each task explains why every organization should have enough employees. The third point explains the fact that the manager should have close supervision of their workers, using rewards and punishment as motivators. Also, in achieving organizational goals or objectives, not only employees are needed, but quality personnel who are well trained are needed to work closely and embrace the three management concepts as demanded by their superiors.

UNSECURED CAREER GROWTH

Today's [17], an individual's career is no longer tied to a single organization, as career changes and job mobility have become common phenomena. Sorensen et al. (2005) said that to be successful in one's career, employees today have to balance the relationship between their desire for career growth and their attitudes toward their current organizations. Organizations that provide mechanisms for employee career growth create a mutual investment type of relationship with their employees over one's work life or career stage, and across organizations, in contrast to viewing career growth experiences from the perspective of one's experiences in their present organization. Consequently, in this research paper, career growth is shown in the power sector. That shows that due to the power sector, career growth opportunities are very low. So, talented people do not want to go this sector. Uncertain career growth discourages employees. Moreover, other countries economics like Middle East and western countries, Bangladeshi marginal wage package makes it difficult to retain talented employees.

SCARCITY OF MANPOWER

Ref. [18] examined there is a general consensus that there is a scarcity of talent in the power sector is a long term problem. It increases project cost and risk. The flow of talent into the power sector has been gradually drying up as candidates have sought an alternative and often more lucrative career option. The government is trying to solve this problem. The education system does not often deliver the minimum number of specialists in the power sector, engineering, estimating, surveying, and contract management. Facing a desperate game of catch up, the industry needs a genuine collaboration between power sectors, contractors, and government to attract more school leavers and graduates. Organizations should seek to stay in touch with changing employee aspirations. By encouraging various in its employee's practices and by offering them better flexibility in working hours, the sector can reach out to a wider potential

audience that perhaps would not previously have considered such a career. Investment in current employees is important in order to offer better defined career structures, with a greater focus on training and higher salaries if possible.

SHORTAGE OF TRAINING PROGRAMS

Training [18] is important because it enhances the capabilities of an employee. A training program helps an employee's skillful specific knowledge of. Many power sector companies reduce or cancel training programs during the slack period to save money. However, when the economy gets better, training programs do not expand at the same rate. Ref. [19] says that this makes employees feel uncomfortable about their jobs, which [20] leads to attrition.

LACK OF ADVANCED TECHNOLOGICAL AND TECHNICAL KNOWLEDGE

The lack of advanced technological and technical knowledge, and also job specific skill, is an institutional weakness. It prevents growth in the country's power sector. [21]. It is extremely important in the operation of a power sector company. It is necessary to create databases. Data bases must be created in the company. Second, mathematical calculations are essential for the construction of [20] marketing products. HR managers must keep in mind that the employees they are hiring for the power sector must be comfortable with technology so that they can operate efficiently and freely. In order to do so, HR managers must be able to determine the precise skills of the new applicants they will hire.

ABSENCE OF PROTECTION IN MECHANISM

Ref. [21] says that this enabler is associated with the secure of the filed employee. Protection is very necessary in field operations. Without it, life becomes at stake.

LACK OF INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT

Infrastructure development is one of the major factors of economic development in a country, especially in power sector. But there are some problems that relate to the infrastructure developed in Bangladesh. Improvement of this sector will bring Bangladesh at par with other development Asian countries and it will increase national income by up to 6 percent by 2030.

WORKFORCE ADJUSTMENT

Working in the isolated, and in some cases, threatening conditions and away from the family for longer period's influences the degrees of inspiration of the representatives. Ref. [22] said that It turns into a challenge for the representatives to adjust to the food, environment, nausea, antagonistic territory, and nearby culture. Additionally, generalizing of professions for the situation area as 'low-gifted' goes about as a detour to draw in youthful ability.

SYSTEM LOSS

Ref. [23] states that the conducting wires which are utilized for power transmission have a definite measure of resistance. Thus, to overcome this obstruction, a piece of the electrical energy is converted to heat. This deficiency of energy is known as system loss. In Bangladesh, the major system loss occurs at a system loss of around 14.02%.

LACK OF SUPPLY

Raw material is very important of organizations. Without raw material it is impossible to produce electricity. Natural gas is most important raw materials. Due to the shortage of supply, day by day the number of supply is decreasing, [24]. If supply of the raw materials is available in market then power sector industry tries to make up this shortage of electricity [25]

HIGH DEMAND FOR ELECTRICITY

As Electricity markets are liberalized; consumers become exposed to more volatile electricity prices and may determine to modify the profile of their demand to cut down their electricity costs. According to the World Bank Development Report, Bangladesh's energy demand has been expanding at a normal speed of 10% over the last ten years. But, supply of the commodity presently can't seem to arrive at a similar speed. Right now, the nation has an age limit of 20,133 MW, an enormous part of which is unutilized because of a shortage of gas, problematic old plants, and an absence of improvement in the power framework, and it's estimated that inconsistent

power supply has been costing the country 2% of GDP annually. In FY18, 2,817 MW of new capacity was added, expanding the all out age ability to 15,953 MW, an increment of 17.69% from the earlier year. However, there is a shortage on the lookout; the power area has been taking critical steps to oblige the objectives of arriving at the more prominent populace staying aware of expanded requests.

INADEQUATE FINANCIAL INCENTIVES

Financial incentive [26] is defined as a monetary benefit offered by an organization to encourage its employees. A financial incentive motivates actions that otherwise might not happen without the monetary benefit. An incentive always motivates employees in different ways. [24] Targeted incentives and strategies have proven a effective in encouraging the implementation of power projects. It may be bonus, promotion, etc.

5. CONCLUSION

Globalization leads to connections and acquisitions, new product developments, technological advancements, changes in regulatory conditions, etc. These are the factors that act as barriers to the power sectors attracting, developing, and retaining knowledge-based and skillful manpower. The human resource management department has to manage all the factors the basic factors of the labor market in the power sector by realizing workforce demand, which is governed by the demographics, and is structural in the long term.

The nature of the power sector is changeable. This day's energy domain is accepting better practice from various other sectors, which is improving the overall efficiency of the power sector. The human resource department has played an important role in improving overall business performance, and it focuses on the various activities. It helps with the expansion and growth of industries. Employee motivation must be high in the workplace, and this must be ensured by the human resource team.

In this study, an integrated TISM-DEMATEL based methodology has been developed for analyzing the barriers to sustainable talent management in the context of power sector industries. This paper tries to help the HR manager understand the relationship between the barriers and indicates the most critical ones for the corporate sustainability of an organization in the power sector. Insufficient talent supply, unsecured career growth, scarcity of manpower, and shortage of training programs were the most significant in this paper. There are also various factors that influence the sector in various ways. Also, various factors have been suggested and discussed to achieve human resource sustainability.

In this research paper, expert judgments may be biased. The results of the present study apply in the Bangladeshi economy in the power sector. However, the studies may be applied to other sectors or industries and economies by carrying out significant modifications to the integrated model. A comparative study can be conducted in any other industry sector. When we compare the results to the other results, then it will come out what the similarities and dissimilarities. In the future, researchers would like to validate the findings. Other researchers may use to different decision-making techniques to analyze the identified barriers, such as the analytic hierocracy process, best-worst method, interpretive ranking process, or fuzzy sets.

ACKNOWLEDGEMENT

Researchers would like to express their deepest gratitude to the Almighty Creator for giving them the strength to finish this paper. They would be highly indebted to the Bangladesh Rural Electric Board (BREB), and the Northern Electric Supply Board (NESCO) for giving their valuable time in conducting this research. They also express their gratitude to their family and friends for their valuable time and sincere efforts to lead them on this journey towards excellence.

REFERENCES

[1] M. Yadav, A. Kumar, S. K. Mangla, S. Luthra, U. Bamel, and J. A. Garza-Reyes, "Mapping the human resource focused enablers with sustainability viewpoints in Indian power sector," J. Clean. Prod., vol. 210, pp. 1311–1323, 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.11.132.

[2] S. Ren and S. E. Jackson, "HRM institutional entrepreneurship for sustainable business organizations," Hum. Resour. Manag. Rev., vol. 30, no. 3, p. 100691, 2020, doi: 10.1016/j.hrmr.2019.100691.

[3] A. A. Zaid, A. A. M. Jaaron, and A. Talib Bon, "The impact of green human resource management and green supply chain management practices on sustainable performance: An empirical study," J. Clean. Prod., vol. 204, pp. 965–979, 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.09.062.

[4] B. Crane and C. J. Hartwell, "Global talent management: A life cycle view of the interaction between human and social capital," J. World Bus., vol. 54, no. 2, pp. 82–92, 2019, doi: 10.1016/j.jwb.2018.11.002.

[5] M. Úbeda-García, E. Claver-Cortés, B. Marco-Lajara, and P. Zaragoza-Sáez, "Corporate social responsibility and firm performance in the hotel industry. The mediating role of green human resource management and environmental outcomes," J. Bus. Res., vol. 123, no. June 2020, pp. 57–69, 2021, doi: 10.1016/j.jbusres.2020.09.055.

[6] M. K. Verma, V. Mukherjee, V. Kumar Yadav, and S. Ghosh, "Indian power distribution sector reforms: A critical review," Energy Policy, vol. 144, no. June, p. 111672, 2020, doi: 10.1016/j.enpol.2020.111672.

[7] M. Guerci, A. Longoni, and D. Luzzini, "Translating stakeholder pressures into environmental performance – the mediating role of green HRM practices," Int. J. Hum. Resour. Manag., vol. 27, no. 2, pp. 262–289, 2016, doi: 10.1080/09585192.2015.1065431.

[8] B. S. Al-Romeedy, "Green human resource management in Egyptian travel agencies: constraints of implementation and requirements for success," J. Hum. Resour. Hosp. Tour., vol. 18, no. 4, pp. 529–548, 2019, doi: 10.1080/15332845.2019.1626969.

[9] N. Chams and J. García-Blandón, "On the importance of sustainable human resource management for the adoption of sustainable development goals," Resour. Conserv. Recycl., vol. 141, no. October 2018, pp. 109–122, 2019, doi: 10.1016/j.resconrec.2018.10.006.

[10] L. Claus, "HR disruption—Time already to reinvent talent management," BRQ Bus. Res. Q., vol. 22, no. 3, pp. 207–215, 2019, doi: 10.1016/j.brq.2019.04.002.

[11] N. Upreti, R. G. Sunder, N. Dalei, and S. Garg, "Revisiting the challenges of Indian Power Transmission System: An integrated approach of total interpretive structural modeling and analytic hierarchy process," Electr. J., vol. 32, no. 10, p. 106671, 2019, doi: 10.1016/j.tej.2019.106671.

[12] R. Salehi, M. Ali Asaadi, M. Haji Rahimi, and A. Mehrabi, "The information technology barriers in supply chain of sugarcane in Khuzestan province, Iran: A combined ANP-DEMATEL approach," Inf. Process. Agric., vol. 8, no. 3, pp. 458–468, 2021, doi: 10.1016/j.inpa.2020.09.005.

[13] R. Rajesh, "Technological capabilities and supply chain resilience of firms: A relational analysis using Total Interpretive Structural Modeling (TISM)," Technol. Forecast. Soc. Change, vol. 118, pp. 161–169, 2017, doi: 10.1016/j.techfore.2017.02.017.

[14] M. Dalvi-Esfahani, A. Niknafs, D. J. Kuss, M. Nilashi, and S. Afrough, "Social media addiction: Applying the DEMATEL approach," Telemat. Informatics, vol. 43, no. July, p. 101250, 2019, doi: 10.1016/j.tele.2019.101250.

[15] F. L. Cooke, R. Schuler, and A. Varma, "Human resource management research and practice in Asia: Past, present and future," Hum. Resour. Manag. Rev., vol. 30, no. 4, p. 100778, 2020, doi: 10.1016/j.hrmr.2020.100778.

[16] I. Aust, B. Matthews, and M. Muller-Camen, "Common Good HRM: A paradigm shift in Sustainable HRM?," Hum. Resour. Manag. Rev., vol. 30, no. 3, p. 100705, 2020, doi: 10.1016/j.hrmr.2019.100705.

[17] M. E. Engetou, "Impact of Insufficient Personnel On Organizational Performance," Centria Univ. Appl. Sci., no. May, pp. 1–28, 2017, [Online] Available: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/141344/MarokEngetou Thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[18] D. K. Dubey, "Issues and challenges in electricity sector in India Issues and challenges in electricity sector in India," no. January 2015, 2020.

[19] H. Aguinis, R. K. Gottfredson, and H. Joo, "Using performance management to win the talent war," Bus. Horiz., vol. 55, no. 6, pp. 609–616, 2012, doi: 10.1016/j.bushor.2012.05.007.

[20] N. K. Das, J. Chakrabartty, M. Dey, A. K. S. Gupta, and M. A. Matin, "Present energy scenario and future energy mix of Bangladesh," Energy Strateg. Rev., vol. 32, no. November 2018, p. 100576, 2020, doi: 10.1016/j.esr.2020.100576.

[21] A. Singh, T. Jamasb, R. Nepal, and M. Toman, "Electricity cooperation in South Asia: Barriers to cross-border trade," Energy Policy, vol. 120, no. December 2017, pp. 741–748, 2018, doi: 10.1016/j.enpol.2017.12.048.

[22] K. Piwowar-Sulej, "Human resources development as an element of sustainable HRM – with the focus on production engineers," J. Clean. Prod., vol. 278, p. 124008, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.124008.

[23] M. S. Christian, J. C. Bradley, J. C. Wallace, and M. J. Burke, "Workplace Safety: A Meta-Analysis of the Roles of Person and Situation Factors," J. Appl. Psychol., vol. 94, no. 5, pp. 1103–1127, 2009, doi: 10.1037/a0016172.

[24] R. Dubey, A. Gunasekaran, Sushil, and T. Singh, "Building theory of sustainable manufacturing using total interpretive structural modelling," Int. J. Syst. Sci. Oper. Logist., vol. 2, no. 4, pp. 231–247, 2015, doi: 10.1080/23302674.2015.1025890.

[25] C. Helbig, L. Wietschel, A. Thorenz, and A. Tuma, "How to evaluate raw material vulnerability - An overview," Resour. Policy, vol. 48, pp. 13–24, 2016, doi: 10.1016/j.resourpol.2016.02.003.

[26] A. Islam, E. S. Chan, Y. H. Taufiq-Yap, M. A. H. Mondal, M. Moniruzzaman, and M. Mridha, "Energy security in Bangladesh perspective - An assessment and implication," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 32, pp. 154–171, 2014, doi: 10.1016/j.rser.2014.01.021.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 670-677
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Quantification of Total Phenolics, Flavonoids, Tannins, Anthocyannins and Antioxidant Activities of *Cola urceolata K. Schum*

Xavier Worowounga[1], Armel-Frederic Namkona[1], Semboli Olivia[1-2], Issa-Madongo Mathurin[1], Koueni-Ouakounda Kevin Hermann[1], Bienvenu Armand Éric Foto[3], and Jean-Laurent Syssa-Magalé[1]

[1]Laboratoire d'Architecture, d'Analyse et Réactivité des Substances Naturelles (LAARSN) Faculté des Sciences, Université de Bangui, BP908 Bangui, Central African Republic

[2]Laboratoire de biodiversité végétale et fongique, Central African Republic

[3]Laboratoire Hydrosciences Lavoisier, Central African Republic

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: *Introduction:* *Cola urceolata K. Schum* is a plant of the *Sterculiaceae* family of the genus *Cola*. It is a species widely used in traditional medicine for its therapeutic properties and in food as a nutrient.
Objectives: As part of the valuation of medicinal plants from the Central African Republic, the interest of this study is focused on ethnobotanical surveys, phytochemical analyzes and the antioxidant activity (DPPH) of *Cola urceolata K. Schum*.
Methods: For the extraction, four solvents of different polarities (Cyclohexane: CYHA; Dichloromethane: DCM; Ethyl Acetate: EtOAc; Methanol: MeOH) were performed. Phytochemical tests were based on color reactions and chromatographic analyzes. The 96-well plate reader was used for quantitative analyzes of polyphenols, tannins, flavonoids and anthocyanins.
Results: The results of the extraction showed that the methanol extract has the best yield of 8.21% followed by the cyclohexane extract 3.88%. The polyphenol content was better than the other quantified compounds. It varies between 8.90 ± 1.06 and 15.09 ± 1.58mg of gallic acid equivalent (EqAG). Qualitative screening showed the presence of alkaloids, anthocyanins, sterols and triterpenes. The inhibition of DPPH by the different extracts gave mean values which varied between 4.65±2.85 and 15.17±4.60%. The results of principal component analysis (PCA) carried out using the «FactoMineR» and «factoextra» packages of the R software circle of correlation of variables.
Conclusion: The phytochemical screening confirms the presence of certain molecules which can confer on *Cola urceolata K. Schum* its therapeutic virtues.

KEYWORDS: *Cola urceolata K. Schum,* Total Polyphenols, Total anthocyanins, antioxidant activity.

1 INTRODUCTION

Plants are known for their production of natural substances. These products have multiple interests, particularly in the food, cosmetics and pharmaceutical industries. Medicinal plants have various biological and pharmacological activities. From the 1940s until today, natural molecules or molecules derived from natural molecules used on the oncology market represent 55% [1]. Plants are reservoirs of a wide variety of secondary metabolites: alkaloids, phenolic compounds and terpenoids [2]. A natural antioxidant in plant resources can protect biological systems from oxidative stress [3]. Polyphenolic compounds are among the molecules sought for their physiological and pharmacological activities [4]. They are natural compounds widely distributed in the plant kingdom. Their role as natural antioxidants is generating increasing interest in the prevention and treatment of cancer, inflammatory and cardiovascular diseases. Polyoxygenated steroles and triterpenes have selective cytotoxicity and anti-tumor properties [5].

Corresponding Author: Xavier Worowounga

In view of the beneficial effects assigned to polyphenols and its derivatives, alkaloids and other natural compounds, our research is directed towards the class of chemical molecules endowed with biological activities.

Medicinal plants used in the Central African pharmacopoeia to treat many pathologies were targeted. The aim of this work was to quantify the content of polyphenols and other compounds of therapeutic interest. Also, to realize the antioxidant activity of the extracts of the retained plant. After ethnobotanical surveys and the literature review, a plant was selected for this study, it is *Cola ureceolata K. Schum.*

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 PLANT MATERIAL



The 7th arrondissement of Bangui is located on the right bank of the Oubangui River in the Central African Republic. It covers an area of more than 1792 ha = 17.92 / km2 located with a coordinate of 4° 22’32 nord, 18 ° 36’12. The choice is made on *Cola urceolata Sterculiaceae*, after ethnobotanical surveys followed by bibliographical summaries. The leaves were harvested at the edge of the Landja river in the 7th arrondissement in the Central African Republic on March 25, 2021. The plant was identified at the Center for Studies and Research in Pharmacopoeia and Traditional African Medicine (CERPHAMETA) by Doctor Olivia SEMBOLI. The harvested parts were dried in the open air at the LAARSN Laboratory for ten days.



2.2 METHODS

2.2.1 EXTRACTION

The methods of Worowounga et al [6] and Gbogbo et al [7] were used with modifications. One hundred grams (100g) of powder from the leaves of *Cola urceolata K. Schum* was extracted successively with four solvents of increasing polarity (Cyclohexane: CYHA; Dichloromethane: DCM; Ethyl Acetate: EtOAc; Methanol: MeOH). For each extraction, 100g of powder is placed in 400mL of cyclohexane for 4 hours at room temperature. After filtration, the extract is evaporated using a rotavapor at 35°C. The residues are taken up with the following solvent.

2.2.2 PHYTOCHEMICAL STUDIES

The major families of secondary metabolites were sought by colored reactions in a tube according to the classical methods of characterization on the powder of the plants studied. Alkaloids were identified by Mayer's tests, tannins by the $FeCl_3$ test, anthocyanins by the ammonia reaction, saponins by the foam test. As for the triterpenes and steroids, the Liebermann-Burchard test was used [8].

2.2.3 DETERMINATION OF TOTAL POLYPHENOLS

The method of Namkona et al [9] to determine the content of polyphenols was applied by modification. A volume of 20 µL of extract is added to 100 µL of Folin reagent solution (0.2 N). The plate containing the solutions is shaken for 30 seconds followed by a 5-minute incubation protected from light. After the incubation, 80 µL of Na_2CO_3 are added. The mixture is stirred again for 30 seconds with 15 minutes incubation at room temperature. The absorbance is read on a plate reader at 620 nm. Gallic acid is the standard used for this test. If the extract absorbs, the whites of the extract are subtracted from the read absorbances of the extracts. The results were expressed in milligram of catechin equivalents per g of dry weigh (mg CE/g dr).

2.2.4 LES TANNINS

For the determination of the condensed tannin content extracts of *Cola urceolata K. Schum*, the Namkona method was used with modification [9]. 50 µL of extract solution was mixed with 150 µL of vanillin (1% in 7 M H_2SO_4) in an ice bath and then

incubated at 25 °C. After 15 min, the absorbance of the solution was read at 500 nm. Results were expressed as mg catechin equivalents per g of dry weigh (mg CE/ g dw).

2.2.5 LES ANTHOCYANES

Two buffer solutions were prepared: The first solution consisted of hydrochloric acid and potassium chloride (pH 1.0 and 0.2 M respectively). The second buffer solution was a mixture of acetic acid and sodium acetate (pH 4.5 and 0.2 M respectively). Briefly, 100 µL of the buffer solution was added to 100 µL of extract. The reading was made on two wavelengths at 450 and 620 nm after 15 min of incubation [9]. The following equation was applied for the calculation: A = [(A450 – A620) pH 1.0 - (A450 – A620) pH 4.5].

The results were expressed in milligram of cyanidin-3-glucoside equivalents per g of dry weigh (mg C3GE/ g dw).

2.2.6 FLAVONOIDS

Quercetin was used as reference compound to allow drawing the standard curve. A volume (100 µL) of the diluted extract (3 mg/ mL) was mixed with 100 µL of solution aluminum trichloride $AlCl_3$ (2%) in MeOH. After an incubation of 15 min, the absorbance was measured at 415 nm [9]. The results were expressed in milligram of quercetin equivalents per g of dry residue (mg QE/g dr).

2.2.7 DPPH RADICAL SCAVENGING ACTIVITY

The DPPH solution (0.35M) was dissolved in MeOH. This solution was diluted 1/10 times. The extract (3mg / mL) of *Cola urceolata K. Schum* was dissolved in DMSO. In the well, 180 µL of DPPH is added to 20 µL of *Cola urceolata K. Schum* extract. The mixture is stirred for 30 seconds and followed by an incubation of 25 minutes. The absorbance is measured at 450nm [9]. Quercetin is used as a benchmark. Percentage scavenging activity was calculated using this formula: % of DPPH inhibition= $[(A_b-A_a) /A_b] \times 100$. Where Aa and Ab are the absorbance values of the test and of the blank, respectively was used as a standard.

2.2.8 STATISTICAL ANALYSES

Principal component analysis (PCA) was performed using the "FactoMineR" and "factoextra" packages of the R software circle of correlation of variables.

3 RESULTS AND DISCUSSION

Ethnobotanical investigations carried out on the *Cola urceolata K. Schum* plant have given the following results: maceration of the leaves is used in the treatment of chronic sorcerer's poisoning, treatment of chronic wounds, abdominal pain and the treatment of diabetes. The work of Apema et al [10] confirms the use of this plant in the treatment of diabetes.

3.1 YIELD OF EXTRACTION

The extraction yield varied between 0.93 and 8.21% (Figure 1). Methanol extract has the best yield of 8.21% followed by cyclohexane extract of 3.88%. Extraction data for *Cola urceolata K. Schum* are not available in the literature.

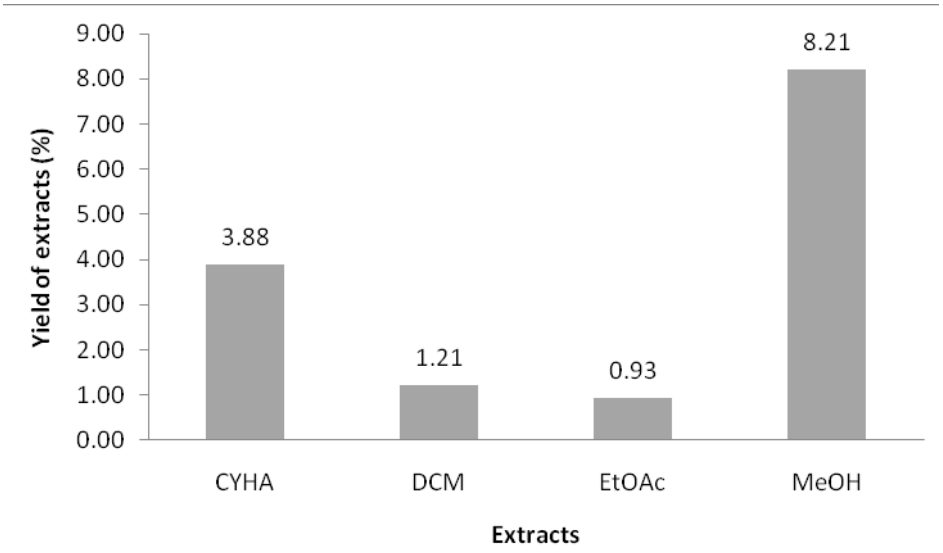
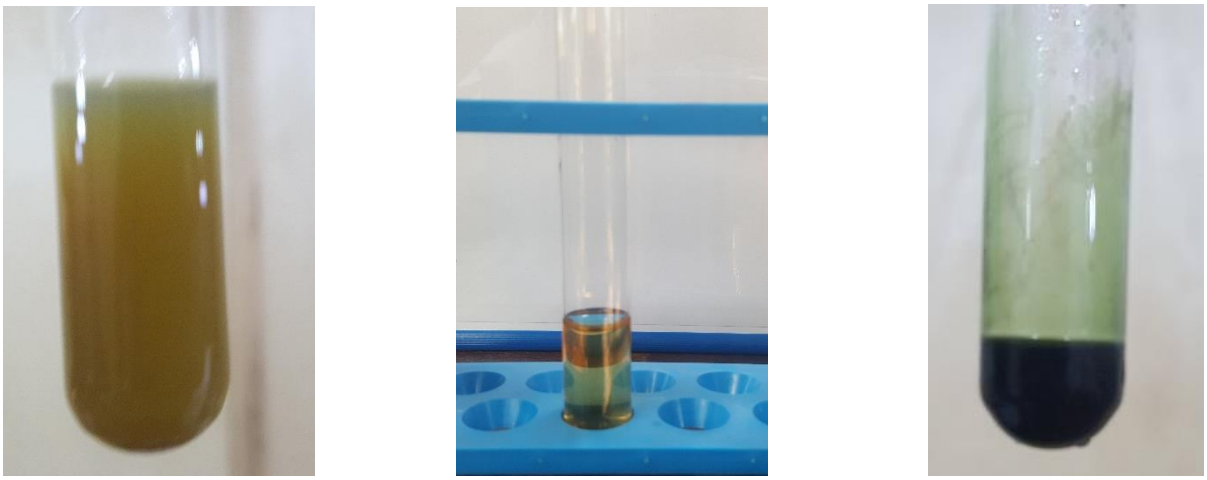


Fig. 1. Rendement d'extractionde Cola urceolata K.Schum

3.2 PHYTOCHEMICAL SCREENING

The formation of a cloudy precipitate in the tube indicates the presence of alkaloids (Figure 2). The tube, which has a colouration which is accentuated by acidification and which turns blue-purplish in a basic medium, indicates the presence of anthocyanins. A formation of the brownish red ring at the contact zone of the two liquids followed by a supernatant layer which turns green was formed, it is revealed the presence of sterols and tri-terpenes in the leaves of *Cola urceolata K.Schum*.



Alkaloids *Anthocyanins* *Sterols and triterpenes*

Fig. 2. Qualitative analysis results

Qualitative analysis results indicated the presence of alkaloids, anthocyanins, sterols and triterpenes. We noted, however, the absence of the tannin families and the saponisides (Table1). Phytochemical studies of four *Cola* species of the *Sterculiaceae* family (*Cola acuminata, Cola nitida and Cola gigantea*), shows that alkaloids are present in all the four species [11].

Table 1. Phytochemical screening of extracts from different parts of leaft Cola urceolata K.Schum

Extract	Alkaloids	Tannins	Anthocyanins	Saponosides		Sterols and triterpenes
				Presence	Foam index	
Cola urceolata K. Schum	+++	-	++	-	0	++

3.3 TOTAL POLYPHENOLS, FLAVONOIDS TANNINS AND ANTHOCYANES CONTENTS

The total polyphenol contents of the various extracts vary between 8.90 ± 1.06 and 15.09 ± 1.58 mg of gallic acid equivalent (mg EqAG / g) and are higher than the other families of quantified compounds. They are followed by anthocyanins which vary between 5.36 ± 0.13 and 0.40 ± 1.18 mg EqCya / g. However, the contents of flavonoids and tannins are very low compared to polyphenols from different extracts. In conclusion, the methanol extract contains more polyphenols than the other extracts (Table 2). No data on the content of families of compounds is mentioned in the extracts of *Cola urcelata K. Schum* leaves, therefore our results obtained for the first time are original.

Table 2. Content of polyphenols, flavonoids tannins and anthocyanins of extracts from leaves of Cola urceolata K. Schum

Extract	Polyphenols mg GAE/g dr	Flavonoids mg QE/g dr	Tannins mg CE/ g dr	Anthocyannis mg C3GE/ g dr
CYHA	9.36±0.78	0.01±0.00	nd	8.67±1.83
DCM	8.90±1.06	0.01±0.00	nd	5.29±0.33
EtOAc	15.09±1.58	0.08±0.01	0.06±0.02	5.36±0.13
MeOH	14.2±1.29	0.08±0.00	0.07±0.01	0.99±0.05

nd: not detected; dr: dry residue

3.4 ANTIOXIDANT ACTIVITY

The results of the antioxidant activities showed that the percentages of DPPH inhibition by the extracts of *Cola urceolata K. Schum*were between 4.65 and 15.17% for a concentration of 0.3 mg / mL (Figure 3). The inhibition value of DPPH by the MeOH extract was 15.17 ± 4.60%. EtOAc and DCM extracts of 13.18 ± 4.91 and 9.50 ± 00% respectively were followed. The lowest value is that of CYHA which was 4.65 ± 2.85%. The extracts of *Cola urceolata K. Schum* tested against DPPH have very low antioxidant activity, compared to that of quercetin used as the reference, which inhibited at 77.33% for a concentration of 3.33 µg / mL. No data available in the literature on the antioxidant activity of *Cola urceolata K. Schum.*

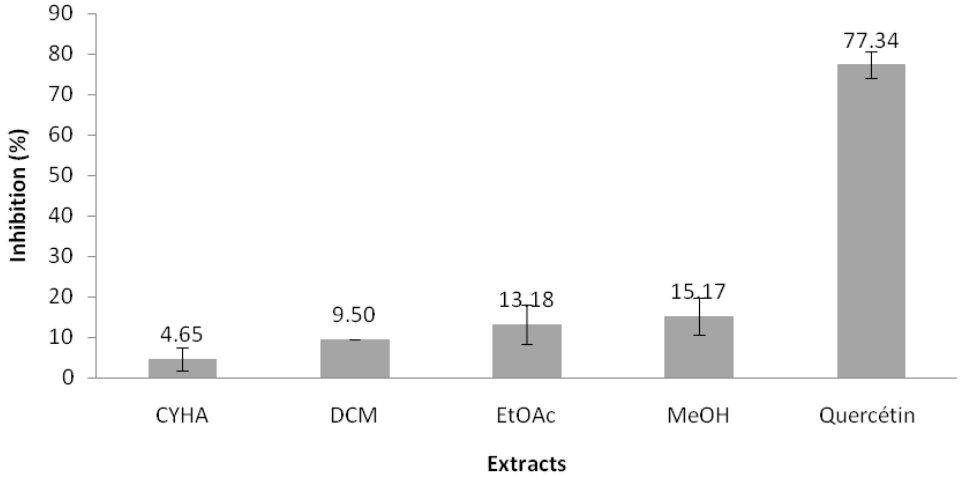


Fig. 3. Antioxidant activity of extracts from Cola urceolata K.Schum

3.5 PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS

The results of principal component analysis (PCA) carried out using the "FactoMineR" and "factoextra" packages of the R software circle of correlation of variables are in figure 4. Positively correlated variables are grouped together. There are a positive correlation between polyphenols and flavonoids.Variables that are close to the center of the graph are less important for the first components.

Principal component analysis (PCA) was performed to understand how the TPC, TFC and TAC contribute to the biological activity (anti-DPPH) of the plant extracts.

Principal components (PC), PC1 and PC2 were showed 79 and 11.13% of the total data variance, respectively (Fig. 4).

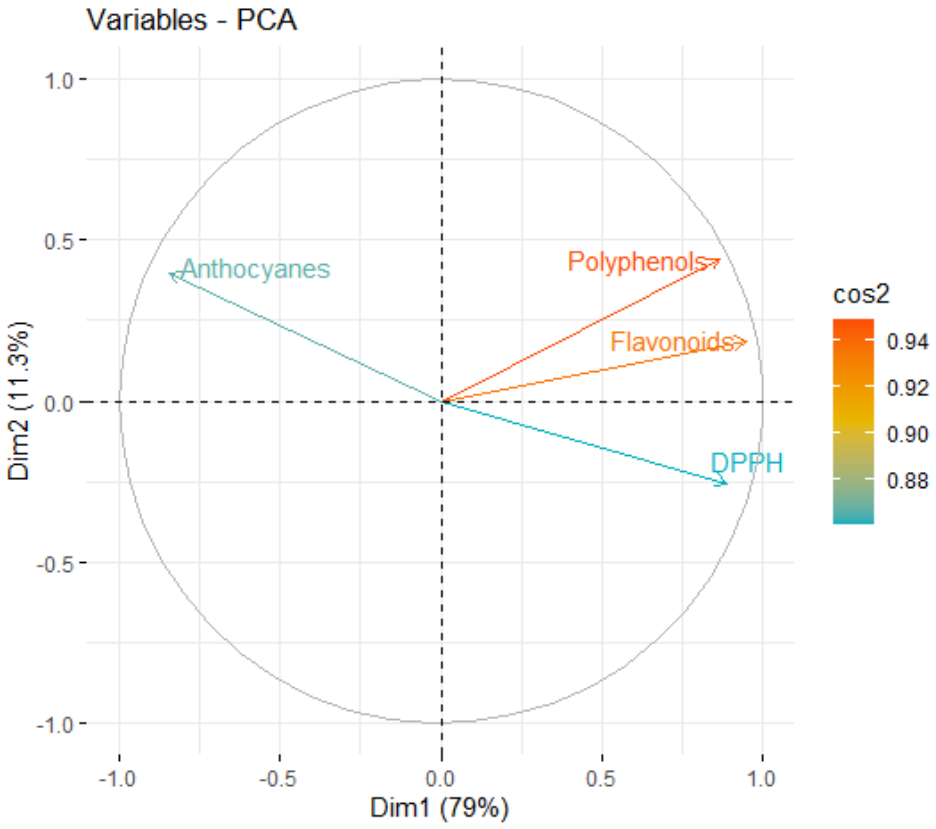


Fig. 4. ***Principal components analysis "FactoMineR" and "factoextra" packages of antioxidant properties (total phenolic content; total flavonoids content; total anthocyanin content; DPPH: antioxidant activity)***

3.6 PEARSON CORRELATION MATRIX

It shows the correlation values (degree of linear relationship between each pay variable). If the two variables tend to increase and decrease at the same time, the value of the correlation is positive. When one variable increases while the other decreases, the value of the correlation is negative (table 3).

Overall, there was a strong positive correlation between DPPH and TFC. TPC and TFC content positively contributed to an increase of potential inhibition against DPPH with Pearson correlation coefficients (*r*) equal to 0.61 and 0.83, respectively. There was a low negative correlation between TAC-anti-DPPH, TAC-TFC and PPH with an *r*-value of -0.62, 0.67 and -0.72 respectively (Table 3).

This indicates that the flavonoids compounds contribute to the inhibition of this mentioned activity.

Table 3. Pearson correlation matrix (Pearson (n))

	Polyphenols	Flavonoids	Anthocyanes	DPPH
Polyphenols	1.00	0.85	-0.62	0.61
Flavonoids	0.85	1.00	-0.67	0.83
Anthocyanes	-0.62	-0.67	1.00	-0.72
DPPH	0.61	0.83	-0.72	1.00

4 CONCLUSION

The phytochemical screening of extracts from the leaves of *Cola urceolata K. Schuma* revealed the presence of alkaloids, anthocyanins, steroids and triterpenoids. The quantitative analyzes gave a better rate of polyphenolics than those of tannins, flavonoids and anthocyanins. The results of the antioxidant activity of the extracts of the leaves of this plant had nevertheless remained significantly lower than that of quercetin used as a reference. It is therefore very likely that they contain compounds which, when purified, may exhibit activity comparable to that of quercetin. Further research is needed to isolate, purify and identify these constituents. Overall, there was a strong positive correlation between DPPH and TFC.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Experiments and the article writing were done by Xavier Worowounga. Bienvenu Armand Éric Foto, Jean-Laurent Syssa-Magalé supervised the work, validated the experiments, proofread, and refined the article to be ready for publication. Semboli Olivia was performed the treatment and statistical analysis. Armel-Frederic Namkona and Issa-Madongo Mathurin made the collection of plant samples, ethnobotanical investigation in the field. Koueni-Ouakounda Kevin Hermann preparation of extracts and reagents in the laboratory.

REFERENCES

[1] P.P.J. Da Silva, et L. Meijer, L., "Recherche de substances naturelles à activité thérapeutique Pierre Potier (1934-2006) ". Medecine Sciences (Paris) no. 28: pp. 534–542, 2012.

[2] F. Zerargui, S. Boumerfeg, N. Charef, A. Baghiani, M. Djarmouni, S. Khennouf, L. Arrar, M. Abu Zarga, M. Mubarak, "Antioxidant Potentials and Xanthine Oxidase Inhibitory Effect of Two Furanocoumarins Isolated from Tamus communis L", Medicinal Chemistry, vol. 11, no. 5, pp. 506-513, 2015.

[3] NM arini, Y. Wardati, and R. Juliawati, "Antioxidant activity of extract and fraction of yellow passion fruit (passiflora flavicarpa) leaves", International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, vol. 5, no. 2, pp. 194-196, 2013.

[4] O. Juanying Juanying, W. Mingfu, Z. Jie, O. Shiyi, 2019. Positive and negative effects of polyphenol incorporation in baked foods. Food chemistry, no. 284, pp. 90-99, 2019.

[5] B. Bang Luu, G. Ourisson, 1989. Stérols et triterpènes polyoxygénés: une famille de produits à larges pectres d'activités biologiques. médecine/sciences, no. 5, pp. 403-407, 1989.

[6] X. Worowounga, E. Lango-Yaya, A.F. Namkona, P.F. Boulala, M. Saravolia, J.L. Syssa-Magale, and B. Koffi, "Activite antibacterienne de l'extrait methanolique des ecorces de manilkara mabokeensis", Vol. 25 No. 2, 2019, pp. 785-791, 2019.

[7] M. Gbogbo, M. Koné, J.B. Oussou N'Guessan, E. Kporou Kouassi, H.U. Kouadio Koffi, and P. Yapo Angoué, "Acute toxicity study of an ethanolic extract of Massularia acuminata (Rubiaceae) stem in Wistar rat". International Journal of Innovation and Applied Studies, Vol. 35 No. 2, pp. 260-267, 2022.

[8] J. Bruneton., Pharmacognosie: Phytochimie, plantes médicinales. Technique &documentation-Lavoisier (Paris), pp. 418-419,1999.

[9] A. F. Namkona, O.S.F. Bolevane, F. Moustapha, X. Worowounga, P. Ngaissona, J.N. Koane, JL. Syssa-Magalé, "Biological activities and phytochemical analysis of extracts Afrostyrax lepidophyllus Mildbr. Seeds", The Journal of Phytopharmacology, vol. 6, no. 2, pp. 102-106, 2017.

[10] R. Apema, D. Mozouloua, J. Abeye, & F.M.L. Salamate, "Les plantes médicinales utilisées dans le traitement du diabète par les tradipraticiens à Bangui", 2012.

[11] M.A. Sonibare, O.S. Soladoye, O.O. Esan, and O.O. Sonibare, "Phytochemical and Antimicrobial Studies of Four Species of Cola Schott & Endl. (Sterculiaceae)," Afr J Tradit Complement Altern Med, vol. 6, no. 4, pp. 518–525, 2009.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 678-690
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Pratiques traditionnelles et valorisation des dattes par des produits de terroir: Cas du sirop de dattes dans les oasis du Sud du Maroc

[Traditional practices and valorization of dates by local products: The case of date syrup in the oases of southern Morocco]

Mhammad Houssni, Mohamed El Mahroussi, Jalal Kassout, Hasnae Ben Sbih, Mohamed Kadiri, and Mohammed Ater

Laboratoire Botanique Appliquée, Equipe Bio-Agrodiversité, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Abdelmalek Essaâdi, Tetouan

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: An important part of the production of dates is unmarketable or has a low commercial value. The valorization of this unmarketed production is done by the transformation. Among the old transformations anchored in the local traditional knowledge, there is the date syrup. It is a local product with great heritage value. Currently, there is a modernization of the production of date syrup, which leads to a regression of the traditional craft production of the product. This study aims to make a significant contribution to the knowledge and analysis of local know-how associated with this craft production. To this end, surveys were conducted in the oases of two regions of the pre-Saharan zones of Morocco, Alnif and Tata. The results of the survey provided information on the different aspects of the traditional manufacturing processes, from the choice of varieties used to the packaging and storage of the product.

KEYWORDS: LOCAL know-how, local product, date syrup, Tahlaoute, oases, Morocco.

RESUME: Une partie importante de la production de dattes est impropre à la commercialisation ou elle a une faible valeur commerciale. La valorisation de cette production non commercialisée se fait par la transformation. Parmi les transformations anciennes ancrées dans le savoir traditionnel local, il y a le sirop de dattes. C'est un produit de terroir à grande valeur patrimoniale. Actuellement, on assiste à une modernisation de la production du sirop de dattes, ce qui engendre une régression de la production artisanale traditionnelle du produit. La présente étude a pour objectif d'apporter une contribution significative à la connaissance et à l'analyse du savoir-faire local associé à cette production artisanale. Pour cela, des enquêtes ont été réalisées dans les oasis de deux régions des zones présahariennes du Maroc, Alnif et Tata. Les résultats des enquêtes ont apporté des informations sur les différents aspects des procédés traditionnels de fabrication à partir du choix des variétés utilisées jusqu'au conditionnement et stockage du produit.

MOTS-CLEFS: savoir-faire local, produit de terroir, sirop de datte, Tahlaoute, oasis, Maroc.

1. INTRODUCTION

Le palmier dattier est une espèce exploitée et cultivée depuis plusieurs millénaires au Moyen-Orient et en Afrique [1]. Il est cultivé principalement dans des zones arides ou semi-arides car la maturation des dattes nécessite un été long et chaud avec une très faible humidité [2], [3]. Le palmier dattier est l'espèce clé de voute de l'agroécosystème oasien où on pratique une agriculture traditionnelle intensive étagée où les palmiers couvrent des cultures sous-jacentes [4], [5], [6]. Le palmier dattier assure non seulement des services écosystémiques inestimables, mais il a de multiples usages et utilités pour les populations

Corresponding Author: Mhammad Houssni

locales [7], [8], [9], [10]. Cependant, c'est la production de dattes qui représente le principal intérêt économique de cette culture. La production mondiale de dattes est estimée à 5 369 143 millions de tonnes [11]. Le Maroc est classé treizième pays producteur de dattes avec plus de 112 milles tonnes [12]. Les oasis marocaines renferment une grande diversité variétale dont environ 55,6% sont des variétés *Khelts* (clones issus de semis naturel spontané) [3], le reste de la diversité est composé de 453 variétés [13]. En matière de commercialisation, seulement une partie de la production est mise sur le marché, il s'agit des dattes de qualité moyenne à supérieure suivant les variétés, alors qu'environ 40% de la production marocaine en dattes est classée comme de faible qualité [14]. D'un autre côté, au cours de la récolte et du stockage, les dattes perdent jusqu'à 60% de leur qualité [5]. Ainsi, une partie importante de la production de mauvaise qualité ou de faible valeur marchande est utilisée pour l'alimentation animale [3], [15], [16], [17], [18]. Cependant, il y a d'autres options de valorisation de cette production non commercialisée, dont certaines correspondent à des pratiques traditionnelles très anciennes. En effet, la population oasienne marocaine est réputée pour son savoir-faire traditionnel en matière de préparation de produits du terroir à base de dattes [19], [20]. C'est le cas de la production du sirop de datte appelé *Tahlaoute* qui est préparé traditionnellement par les femmes pour une consommation essentiellement familiale. Récemment, on assiste à l'émergence de nouvelles filières de la commercialisation des produits de transformation des dattes par une production de type «industrielle» dans des coopératives. En plus du sirop de dattes, d'autres formes de transformation sont réalisées et commercialisées par les coopératives comme la confiture, la pâte, le café ou un jus nommé *Tassabounte* [21].

Cependant, on constate dans la littérature un manque de connaissance en ce qui concerne le savoir traditionnel associé à la production du sirop de dattes dans les oasis marocaines. La production traditionnelle est menacée par les changements des habitudes de consommation et l'émergence de nouvelles filières moderne de production. La présente étude a pour objectif d'apporter une contribution significative à la connaissance et à l'analyse de ce savoir-faire local.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. ZONE D'ÉTUDE

L'étude a été réalisée dans les zones présahariennes du Maroc. Le territoire objet de l'étude correspond à deux régions oasiennes, Alnif et Tata (Figure 1). Ils font partie du territoire de la réserve de biosphère des oasis du sud marocain [22]. La région d'Alnif est située dans la province de Tinghir. Géographiquement, elle est située au carrefour de trois provinces, Errachidia, Ouarzazate et Zagora et fait partie de l'Anti-Atlas oriental. Le climat est de type saharien sec à tendance continentale. Il subit l'influence des masses d'air sahariennes et des masses du Sud-Ouest atlantique avec prédominance des premières. Les précipitations annuelles ne dépassent pas 80 mm et la température peut atteindre 45°C en été [23]. La région de Tata fait partie de la région de Souss-Massa recouvrant une très grande diversité de conditions naturelles. Elle se caractérise par un climat saharien continental, la température varie entre 49°C durant la saison d'été et 12°C en Hiver [24]. La moyenne des précipitations enregistrées ne dépasse guère 100 mm/an.

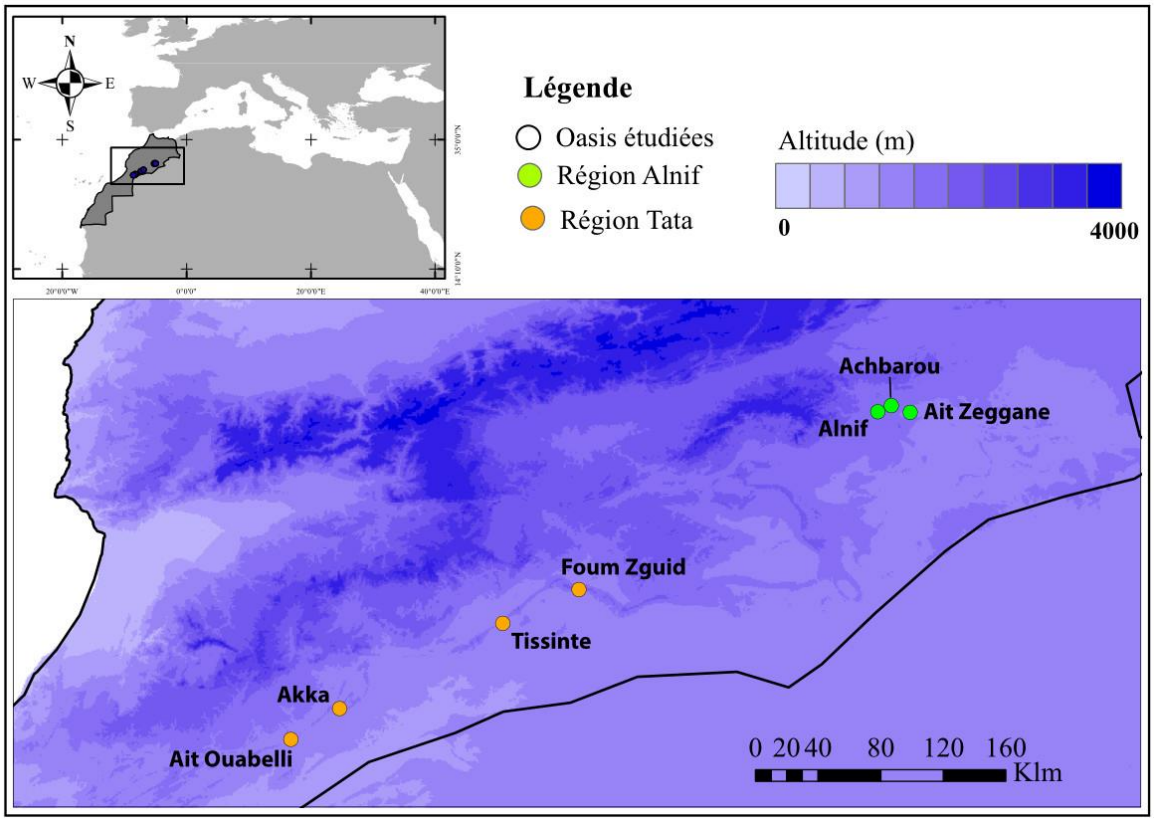


Fig. 1. Localisation géographique des oasis étudiées

2.2. Collecte Des Données

La méthodologie adoptée pour la collecte des informations relatives à la production du sirop de datte est basée sur des enquêtes de terrain au contact de la population locale. La technique utilisée est celle de l'interview semi-dirigée basée sur des questionnaires. Le questionnaire utilisé est conçu pour recueillir des informations socio-économiques relatives à la population cible, ainsi que les données relatives au produit objet de l'étude. Ce dernier aspect comprend plusieurs parties: appellation, origine et nature de dattes, procédé de fabrication, caractéristiques du produit, période de fabrication, rendement, usages et utilisations. Les enquêtes ont touché un échantillon de 100 femmes au niveau des deux régions, 35 femmes au niveau de Tata et 65 femmes au niveau d'Alnif. L'enquête a été réalisée dans les oasis d'Alnif (20), Achbarou (10) et Ait Zeggane (35) au niveau de la région d'Alnif et Foum Zguid (8), Tissinte (15), Akka (7) et Ait Ouabelli (5) au niveau de la région de Tata (Figure 1). L'échantillonnage n'est pas structuré et il se fait d'une manière aléatoire en fonction de l'accord des personnes approchées et qui acceptent de recevoir les enquêteurs. Donc, les rencontres sont réalisées en faisant du porte à porte et en parcourant l'oasis. Parfois nous sommes accompagnés d'un facilitateur qui est une personne connue localement. L'échantillon est composé exclusivement de femmes qui pratiquent régulièrement la préparation du sirop de datte dans un cadre domestique. Du point de vue linguistique, l'enquête a été réalisée en langue Tamazight puisque la population des deux oasis est Amazigh.

3. Resultats Et Discussions

3.1. Caractérisation De La Population Enquêtée

La préparation traditionnelle du sirop de datte est une activité domestique exclusivement féminine, ce qui explique pourquoi l'échantillon est composé uniquement de femmes. L'information concernant le profil de la population échantillonnée comprend 3 aspects, la situation familiale, le niveau d'éducation et l'âge.

Concernant la situation familiale, les résultats de l'enquête montrent que les femmes enquêtées sont des mères de famille dont 87% sont mariées, 10% veuves et 3% divorcées.

En ce qui concerne le niveau d'éducation on constate que la scolarisation est faible. En effet, 61% des femmes enquêtées n'ont pas été scolarisées, 37% ont fréquenté l'école au niveau primaire et seulement 2% ont atteint le niveau secondaire.

L'âge moyen de l'échantillon enquêté est de 56 ans et varie entre 82 ans et 37 ans. Cependant, la stratification de l'âge des femmes enquêtées montre que cette activité est pratiquée essentiellement par des femmes de plus 40 ans. Les femmes qui ont un âge entre 20 et 40 ans représentent seulement 7% de l'effectif. En effet, la classe d'âge dominante est celle des femmes entre 40 et 60 qui représentent 56% de l'effectif, ainsi que, les femmes de plus de 60 ans qui représentent 37% des femmes enquêtées. Ainsi, on peut constater que cette activité domestique est pratiquée d'une manière courante chez les ménages où les femmes sont relativement âgées. Par contre, on observe une nette tendance à l'abandon de cette pratique et par conséquent à la perte du savoir-faire associé chez les jeunes générations. Cette tendance ne correspond pas à l'abandon de la consommation du produit, mais seulement à sa fabrication domestique. Ainsi, on met en évidence une évolution dans les habitudes de consommation chez les jeunes ménages où les femmes préfèrent acheter le produit sur le marché plutôt que de le préparer. En effet, les coopératives ainsi que des producteurs indépendants ont créé récemment des filières de transformation et valorisation des dattes à faible valeur commerciale [21]. Par exemple, à Alnif on trouve sur le marché du sirop de dattes produit et conditionné selon des procédés modernes par des coopératives (Figure 2).



Fig. 2. Sirop de dattes conditionné et commercialisé par une coopérative à Alnif

3.2. APPELLATIONS LOCALES DU SIROP DE DATTES

L'appellation courante du sirop de dattes dans les oasis du sud du Maroc est *Tahlaoute* notamment dans le Tafilelt et Draa [14], [15], [21]. C'est un nom amazigh dont l'utilisation a été confirmée par nos enquêtes dans les oasis de la région d'Alnif. Cependant, les enquêtes ont révélé d'autres appellations locales dans les oasis de Tata comme *Roub*, *Tizefte* et *Tamante Takayen* (Tableau 1). Parmi ces appellations, *Roub* est la seule d'origine arabe. C'est une appellation d'origine ancienne qui remonte à l'Andalousie musulmane où elle désignait un sirop de raisin encore produit dans le nord du Maroc et nommé actuellement *Samite* [25]. Des appellations similaires en arabe comme *Roub-Altmar* ou *Roub* sont utilisées en Algérie [26], [27];

en Tunisie [17], [28] et en Libye [29]. C'est une appellation commune en Afrique du nord dont les origines seraient en relation avec l'histoire de l'occident islamique. Dans les oasis des pays où la population est arabophone le nom le plus utilisé est le *Dibs* ou *Debis* comme cela a été noté au niveau de l'Irak [30], du Yémen [31], du Kuwait [32], d'Oman [33], d'Arabie Saoudite [11], [34] et d'Egypte [35].

Tableau 1. Différentes appellations du sirop de dattes au niveau des oasis étudiées exprimée en pourcentage (%)

Régions	Oasis	Tahlaoute	Tizefte	Roub	Tamante Takayen
Alnif	Ait Zeggane	100	0	0	0
	Achbarou	100	0	0	0
	Alnif	100	0	0	0
Tata	Tissinte	0	85	15	0
	Akka	25	67	5	3
	Ait Ouabelli	0	95	0	5

3.3. LES VARIÉTÉS DE DATTES UTILISÉES

Nos résultats ont permis d'inventorier 11 variétés locales utilisées dans la préparation du sirop de dattes (Figure 3). Il faut rappeler que par variétés on entend des dénominations locales et non des variétés au sens strict, c'est-à-dire inscrite aux catalogues. Parmi ces variétés deux seulement sont utilisées dans les deux régions, il s'agit du *Khelt* et *Boufegouss.* Les autres variétés sont spécifiques à chaque région et parfois à des oasis données. Ainsi, nous avons pu relever pour la région d'Alnif, *Tahmoute, Tazeggaghte*, *Maâjoune, El Ferch*, *Azizaw, Toungalte, Majhoul* et pour la région de Tata, *Iklane* et *Akbour*. Il apparait donc que le choix des variétés varie en fonction des oasis et des régions. C'est le cas dans d'autres oasis marocaines, Bouhlali et al. [14], [15] citent les variétés *Bouslikhen*, *Bousthammi*, *Iklan*, *Jihl*, *Lhafs* et *Tamaajount* et Sadiki et al. [21] citent les variétés *Bouslikhen* et *Khelt* dans les oasis du Tafilelt. La variété dominante est *Khelt* avec 65% de citations, elle est appelée parfois *Sayer* ou *Erteb Sayer* dans les oasis de la région de Tata. Il faut noter que cette variété est la plus représentée dans les oasis marocaines où elle représente 47,7% des palmiers dattiers [36]. L'un des critères principaux du choix des variétés, est la consistance du fruit qui doit être molle, demi-molle ou susceptibles de le devenir après trempage. C'est également le critère principal du choix des variétés dans les oasis algériennes [26], [37]. Toutes les variétés citées sont de couleur foncée et sont récoltées après maturité. Les dattes utilisées proviennent exclusivement de la récolte propre des familles qui s'étale généralement du mois de Juillet au mois d'Octobre. Les variétés utilisées ont une faible valeur commerciale et sont parfois utilisées dans l'alimentation du bétail. Cependant, on retrouve dans la liste des variétés utilisées certaines variétés qui ont au contraire une importante valeur commerciale comme le *Majhoul* (7%) ou *Boufegouss* (15%). Il faut alors noter que ces variétés ne représentent qu'un faible pourcentage et les quantités utilisées correspondent à la récupération des dattes de mauvaise qualité correspondant à des écarts de tri et des déchets de dattes de bonne qualité pour des raisons de taille de forme ou d'autres défauts.

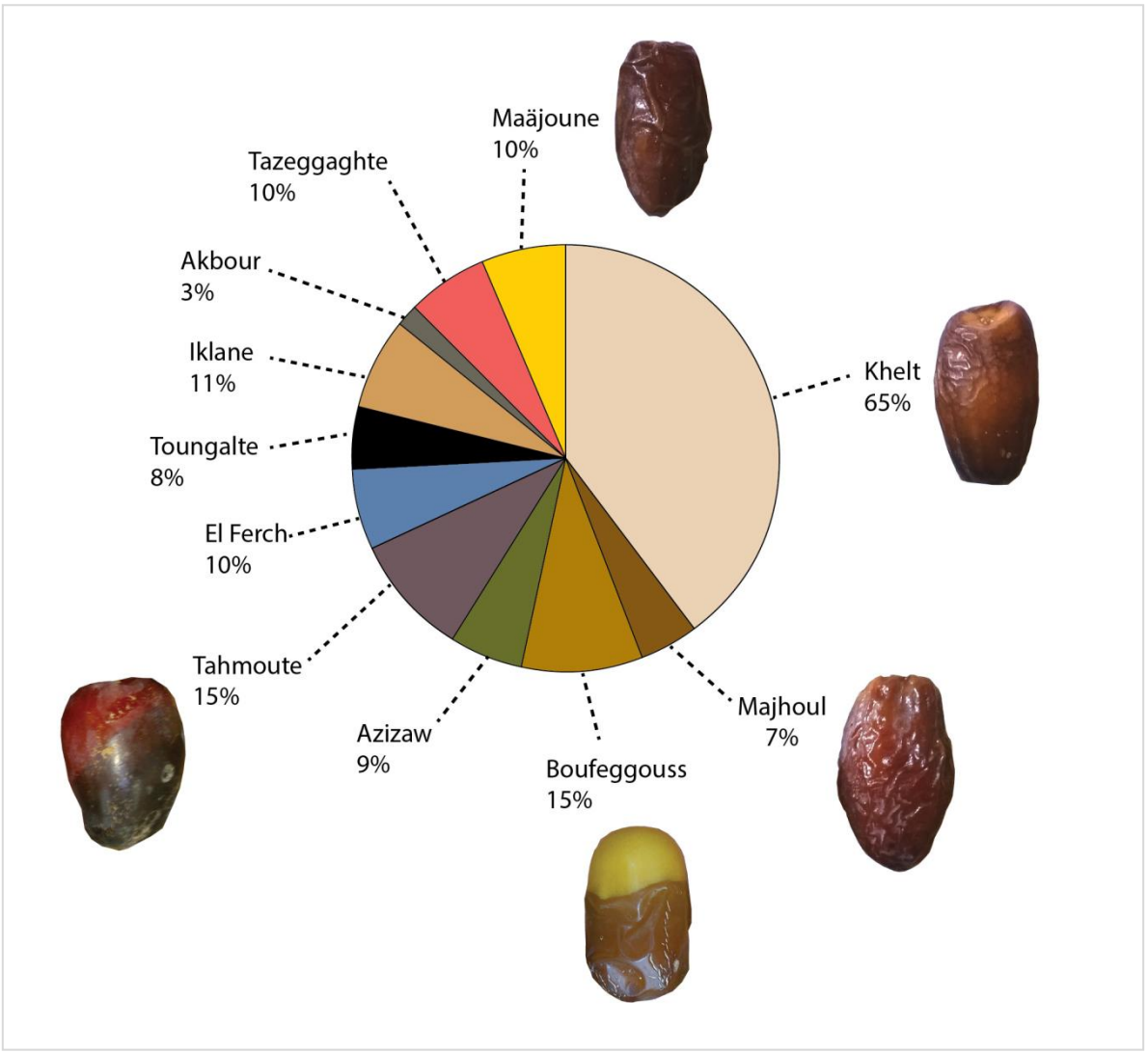


Fig. 3. Les variétés de dattes utilisées pour la préparation du sirop de dattes

3.4. PROCÉDÉ DE PRODUCTION DU SIROP DE DATTE

Le procédé traditionnel de préparation du sirop de datte a été certainement décrit dans des études antérieures [21], [38] mais d'une façon sommaire. La présente étude non seulement décrit le procédé à travers les descriptions obtenus au cours des enquêtes mais il documente la réalisation du procédé depuis la récolte et le nettoyage de la matière première jusqu'au produit final (Figure 4).



Fig. 4. Préparation domestique du sirop de dattes (Tahlaoute) suivant le procédé traditionnel

Les différentes étapes du procédé peuvent être résumées dans un schéma (Figure 5) constitué de 4 étapes: lavage, première cuisson, filtration et deuxième cuisson avant l'obtention du produit final. Dans les grandes lignes, le procédé est similaire à celui déjà décrit dans des études antérieures, les différences se trouvent surtout au niveau des ustensiles utilisés, de la durée des cuissons et parfois du nombre de cuisson. Par exemple, 28 % des femmes enquêtées dans les oasis de la région de Tata ne font pas une deuxième cuisson. Les durées des cuissons sont très variables d'une femme à l'autre et également d'une région à

l'autre. Ainsi, dans les oasis de la région d'Alnif, 71% des femmes interrogées déclarent une durée moyenne de 3 heures pour la première cuisson et 80% déclarent une durée moyenne de 4h pour la deuxième cuisson. Alors que dans la région de Tata, les durées sont plus courtes avec une moyenne de 2h (26 %) pour la première cuisson et 1 heure pour la deuxième cuisson (43%). Certaines caractéristiques physiques du procédé comme les températures de cuisson ne peuvent être précisées, car les liquides sont portés à ébullition sans aucune mesure ou contrôle de la température, c'est pour cela qu'on estime que la température de cuisson est supérieure à 100°C. De même, pour évaluer la viscosité du liquide ou le taux de sucre pour arrêter la cuisson, cela se fait d'une manière intuitive basée sur l'expérience. Traditionnellement, le point final de la cuisson est déterminé en laissant tomber quelques gouttes du liquide concentré sur le sable, si les gouttelettes pénètrent facilement dans le sable, la concentration du liquide n'a pas encore atteint la consistance attendue. Par contre, si les gouttelettes forment de petites boulettes à la surface du sable, la cuisson est alors considérée comme terminée. Nous avons relevé que cette méthode traditionnelle pour estimer l'état de cuisson du sirop de dattes a été décrite également dans les oasis libyennes [39]. Cette variabilité dans la pratique du procédé donne la touche locale au produit qui est fabriqué artisanalement à la maison loin de toute standardisation. C'est plus en phase avec la définition des produits du terroir et de l'empreinte territoriale. Surtout que ces variations dans le procédé vont engendrer de la variation en ce qui concerne les qualités gustatives et organoleptiques du produit en plus de des qualités physico-chimiques comme la viscosité, la couleur et la teneur en sucres. Par contre, les coopératives et certaines unités industrielles ont opté pour une standardisation du procédé de fabrication pour obtenir des produits plus homogènes à caractéristiques stables. L'une des différences majeures entre les produits industriel et traditionnel est la qualité hygiénique. En effet, la qualité microbiologique est meilleure pour les sirops fabriqués par des procédés industriels, car le conditionnement se fait dans des conditions plus hygiéniques avec des bouteilles neuves et stérilisées [38]. Les enquêtes menées dans les différentes localités visitées au niveau des oasis de Tata et Alnif, confirment que le conditionnement représente l'étape sensible du procédé. En effet, les bocaux utilisés sont usagés et proviennent de la récupération de bouteilles en plastiques des sodas ou d'anciens pots de confiture. D'un autre côté, bien que les bocaux soient nettoyés avec soin, ils ne sont pas stérilisés. D'autre part, les lieux où se fait le conditionnement ne garantissent pas les règles de sécurité hygiénique, d'où l'exposition à des risques de contamination. Ceci pose également le problème de la conservation et des conditions de stockage où la contamination peut induire des fermentations. D'un autre côté, le sirop de dattes traditionnel présente une acidité et une conductivité électrique très importante ce qui augmente les risques de son altération [38]. Le stockage se fait à température ambiante sans précautions spéciales. Le rendement en sirop est en fonction de la variété utilisée et du procédé suivi. Par exemple, dans les coopératives, 60 kg de dattes produisent 22 kg du sirop de dattes et 17 kg de pulpe humide [21]. Pour la production artisanale, il est difficile d'estimer un rendement moyen car les femmes procèdent d'une manière intuitive sans pesées ni mesure des volumes, les chiffres obtenues dans les enquêtes sont approximatifs et très variables. La seule donnée quantitative obtenue est la production annuelle par ménage qui varie entre 5 et 20 litres. Ce qui est insuffisant pour couvrir les besoins des familles qui par conséquent vont s'approvisionner sur les marchés locaux (Souks).

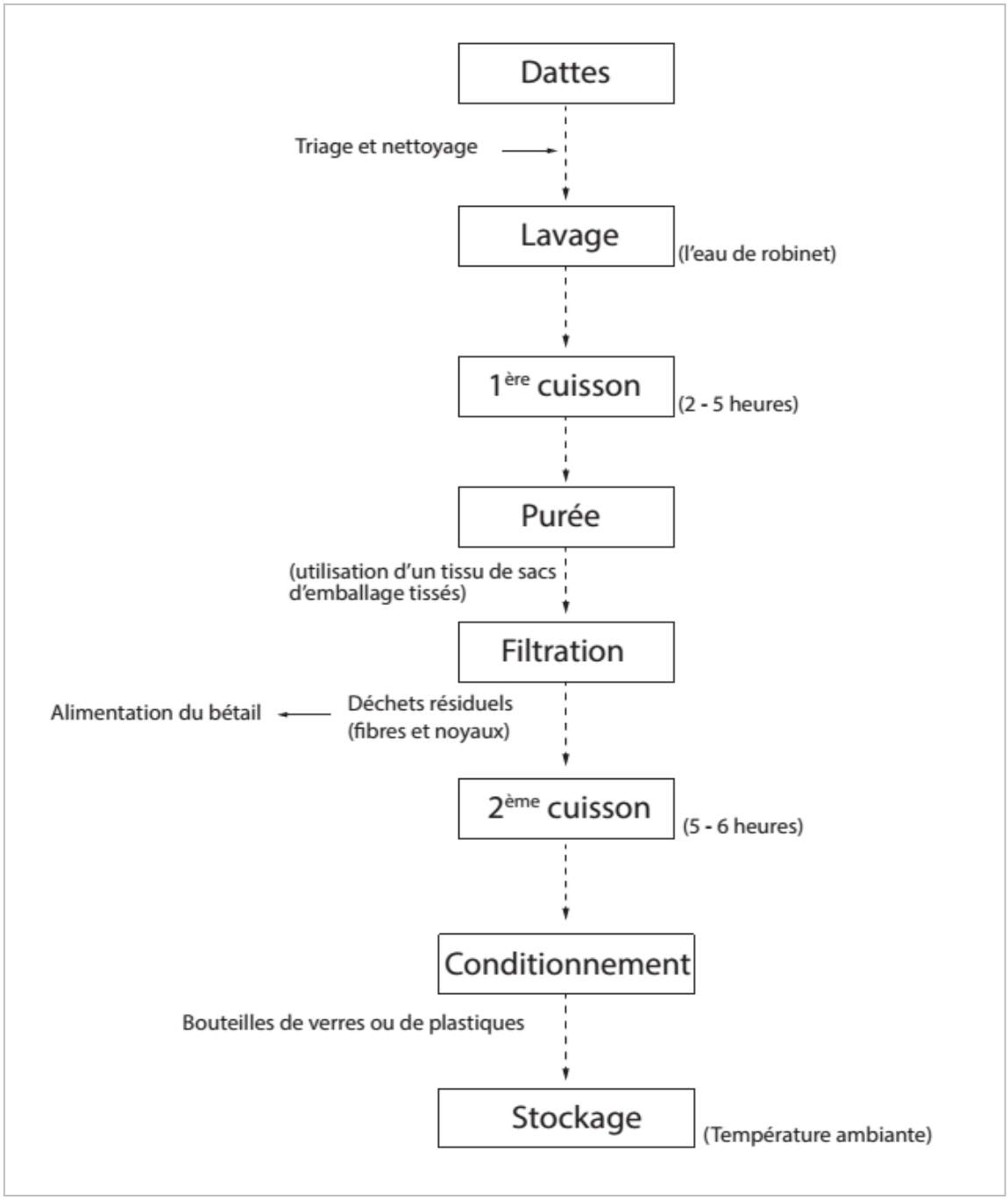


Fig. 5. Schéma résumant les différentes étapes de la préparation traditionnelle du sirop de dattes

3.5. USAGES ET UTILISATIONS TRADITIONNELLES DU SIROP DE DATTE

Les résultats des enquêtes montrent que la production traditionnelle du sirop de dattes dans les oasis est destinée essentiellement à la consommation familiale, seulement 8% des femmes enquêtées ont déclaré vendre leur production. Ainsi, la production traditionnelle du sirop de dattes ne présente pas une réelle opportunité comme sources de revenu, mais par contre, elle participe à la sécurité alimentaire des ménages. En effet, d'après les enquêtes effectuées, l'utilisation principale du sirop de dattes est alimentaire où il est consommé essentiellement au petit déjeuner comme substitut du miel (Figure 6). Le miel étant un produit couteux, alors que le sirop est un produit domestique plus accessible, d'ailleurs il est appelé dans certaines oasis «le miel d'oasis». Il est aussi utilisé comme édulcorant pour sucrer et aromatiser le lait, les jus ou les pâtisseries.

En effet, le sirop de dattes a une importante valeur nutritive et constitue un apport positive à la diète traditionnelle des familles oasiennes vu sa richesse en sucres, minéraux, acides aminées, acides organiques, polyphénols et caroténoïdes [14], [28], [33].

Du point de vue propriétés médicinales, le sirop de dattes présente une très grande richesse en tanins phénoliques et flavonoïdes condensés ce qui lui confère une haute activité antioxydant est peut être considéré comme un très bon ingrédient alimentaire fonctionnel [15]. D'un autre côté, les enquêtes ont révélés que le sirop de dattes présente plusieurs utilisations en médecine traditionnels. Ainsi, les femmes enquêtées déclarent que ce produit a plusieurs bienfaits sur la santé. Parmi les usages cités, le plus courant est l'utilisation comme complément alimentaire et source d'énergie pour la convalescence des malades et pour les femmes aussi bien pendant la grossesse qu'après l'accouchement et pour favoriser l'allaitement. Il est aussi conseillé pour la protection du système digestifs et la prévention des calculs biliaires. Harrak et Boujnah [40] ont rapporté d'autres usages en médecine traditionnelle comme l'utilisation pour calmer et faciliter le sommeil des enfants. D'autres auteurs, ont cité son utilisation pour soulager les affections pulmonaires [37].

D'un autre côté, les différentes qualités du sirop de dattes ouvrent d'intéressantes perspectives d'applications dans l'industrie agroalimentaire. En effet, différentes études ont suggéré l'utilisation des propriétés édulcorantes du sirop de dattes dans différentes filières comme pour la préparation des boissons énergétiques et l'aromatisation des produits laitiers [18], [21], [41], [42], la fabrication de la bière non alcoolisée [43], en pâtisserie pour la fabrication des biscuits et glaces [42], [44], [45], en confiserie pour la fabrication de bonbons [27] et éventuellement remplacer le caramel dans les bonbons et les barres aux fruits [37].



Fig. 6. Petit déjeuner traditionnel avec Tahlaoute (Ksar Ait Zeggane, région d'Alnif)

4. CONCLUSION

Dans le cadre du deuxième pilier du programme «Maroc vert», les politiques publiques pour le développement de la petite agriculture dans les oasis ont recommandé la valorisation des produits par l'encouragement de la mise en place de petites unités de conditionnement et de transformation. Cela s'est traduit par le développement du secteur des coopératives actives dans le domaine des produits de terroirs et de la valorisation des produits de la petite agriculture. Comme conséquence de cette évolution on observe la modernisation de la production et de la commercialisation des produits artisanaux traditionnels

comme le sirop de dattes. Les résultats de nos enquêtes ont montré l'effet de cette évolution récente sur les pratiques traditionnelles et la transmission du savoir. En effet, la production domestique par les procédés traditionnels du sirop de dattes est pratiquée exclusivement par les femmes âgées de plus de 40 ans. Ce qui signifie que cette production artisanale traditionnelle est amenée à disparaitre à court terme. Surtout que la production par les procédés traditionnels est faible et destinée à la consommation familiale. Pourtant, les résultats de nos enquêtes ont montré une grande valeur patrimoniale de ces pratiques et qui sont intiment liée au territoire comme le montre le choix des variétés de dattes et les variations dans les procédés et les appellations. Les résultats de cette étude ont permis de documenter et décrire différents aspects relatifs à cette filière traditionnelle ainsi qu'au savoir-faire local qui lui est associée.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient toutes les personnes qui ont facilité la réalisation des enquêtes, ainsi que toutes les femmes qui ont accepté de nous recevoir et répondre à nos questions. Les auteurs remercient spécialement Mme Mouanna Hra pour la démonstration de la préparation traditionnelle de *Tahlaoute* et ses différentes étapes présentée dans la figure 4. Les auteurs remercient les membres de l'équipe Bio-Agrodiversité pour les fructueuses discussions et commentaires.

REFERENCES

[1] D. Zohary, M. Hopf and Weiss E., Domestication of plants in the Old World, (3rd Ed.) Oxford, UK: Oxford University Press, 2012.

[2] Abul-Soad, A.A., Jain, S.M., and Jatoi, M.A., *Biodiversity and conservation of date palm*. In: Ahuja M.R., and Jain S.M. (Eds.) Biodiversity and conservation of woody plants, Sustain Dev Biodivers, vol 17. Springer International Publishing, Switzerland, pp. 313–353, 2017.

[3] Sedra M.H., *Le palmier dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc. Techniques phoénicicoles et Création d'oasis.* Edit INRA Maroc, *Imprimerie Al Watania*-Marrakech Maroc, 2003.

[4] K. Bousdira, A. Tirichine and A. Ben Khalifa, "Le palmier dattier et les savoirs faire locaux: Une centaine d'usages multiples", *Journée d'étude sur l'importance de la biomasse dans le développement durable des régions sahariennes.* Adrar, 26 Janvier 2003.

[5] M. Al-Farsi, "Clarification of date juice", *International Journal of Food Science and Technology*, vol. 38, pp. 241-245, 2003.

[6] M. Tengberg, "Beginnings and early history of date palm garden cultivation in the Middle East", *Journal of Arid Environments,* vol. 86, pp. 139-147, 2012.

[7] H.S. Tirichine, Etude ethnobotanique, activité antioxydante et analyse phytochimique de quelques cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) du Sud-Est algérien. Thèse de Magister en Biologie. Université d'Oranes-Es Senia, Oran Algérie, 2010.

[8] M. Gros-Balthazard, Sur les origins, l'histoire évolutive et biogéographique du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.): L'apport de la génétique et de la morphométrie. Thèse de doctorat. Université Montpellier II, 2012.

[9] O. Zango, Agrobiodiversité et élaboration d'un modèle architectural du palmier dattier au Sahel: cas du Niger. Thèse de doctorat. Université de Montpellier et Université Abdou Moumouni, 2016.

[10] E.D.T. Bouhlali, J. El Hilaly, J. Ennassir, M. Benlyas, C. Alem, M.Y. Amarouch and Y. Filali Zegzouti, "Anti- inflammatory properties and phenolic profile of six Moroccan date fruit (*Phoenix dactylifera* L.) varieties", *J. King Saud Univ. - Sci.,* vol. 30, pp. 519–526, 2018.

[11] E.S. Alghamdi, "Awareness of Saudi Population about the impact of date syrup (dibis) on heart diseases", *Current Science International*, vol. 5, no.4, pp. 442-447, 2016.

[12] FAOSTAT, Food and Agriculture Organisation-statistics Database, 2018. [Online] Available: http://www.fao.org/faostat/en/#data (February 12, 2022).

[13] INRA, *Atlas du Palmier Dattier au Maroc*, Inra Eds., Rabat, Maroc, 2011.

[14] E.D.T. Bouhlali, M. Derouich, R. Meziani, B. Bourkhis, Y. Filali-Zegzouti and C. Alem, "Nutritional, mineral and organic acid composition of syrups produced from six moroccan date fruit (Phoenix dactylifera L.) varieties", *Journal of Food Composition and Analysis*, 93, 2020.

[15] E.D.T. Bouhlali, C. Alem, M. Benlyas and Y. Filali-Zegzouti, "Antioxidant and antihemolytic activities of phenolic constituents of six Moroccan date fruit (*Phoenix dactylifera* L.) syrups". *J. Glob. Innov. Agric. Soc. Sci*., vol. 3, pp. 63–67, 2015.

[16] C. Newton, M. Gros-Balthazard, S. Ivorra, L. Paradis, J.C. Pintaud and J.F. Terral, "*Phoenix dactylifera* and *P. sylvestris* in Northwestern India: A glimpse into their complex relationships", *Palms,* vol.57, no. 1, pp. 37-50, 2013.

[17] F. Abbès, M.A. Bouaziz, C. Blecker, M. Masmoudi, H. Attia and S. Besbes, "Date syrup: effect of hydrolytic enzymes (pectinase/cellulase) on physico-chemical characteristics, sensory and functional properties", *LWT–Food Sci. Technol*., vol. 44, pp. 1827–1834, 2011.

[18] S. Besbes, L. Drira, C. Blecker, C. Deroanne and H. Attia, "Adding value to hard date (*Phoenix dactylifera* L.): compositional, functional and sensory characteristics of date jam", *Food Chemistry*, vol. 112, pp. 406-411, 2009.

[19] M. Houssni, M. El Mahroussi, H. Ben Sbih, M. Kadiri and M. Ater, "Agriculture traditionnelle et agrodiversité dans les oasis du Sud du Maroc: Cas des oasis de la région Drâa-Tafilalet", In: M. El Moujabber, H. Belhouchette, M. Belkhodja, and P. Kalaitzis (Eds.), Research and innovation as tools for sustainable agriculture food and nutrition security. CIHEAM, Options méditerranéennes A., vol. 124, no. 2, pp. 82-88, 2020.

[20] R. Bellaouchi, I. Ghomari, A. Hasnaoui, A. Hakkou, A. Bechchari, N.E. Chihib and A. Asehraou, "Physico-chemical and microbial properties of undervalued dates and processed dates by-products in Morocco", *International Food Research Journal*, vol. 24, no. 3, pp. 963-969, 2017.

[21] M. Sadiki, A. Essami and A. Bouaouinate, "Les produits de terroir de la region de Tafilalet: entre la diversité et l'extinction?", *Journal of Political Orbits*, vol. 3, no. 1, pp. 95-112, 2019.

[22] Houssni, M., Kassout, J., El Ouahrani, A., El Mahroussi, M., Boselli, V., Kadaoui, K., Sahli, A., Kadiri, M. and Ater, M., *The Conservation Challenge of Traditional Agroecosystems in Morocco: The Case Study of Six Oases Agroecosystems*. In: W. Leal Filho, and E. Manolas (Eds.), Climate Change in the Mediterranean and Middle Eastern Region. Climate Change Management. Springer, Cham, pp. 201-224, 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78566-6_10

[23] MCRA, Monographie de la commune rurale d'Alnif, province de Tinghir. Ministère de l'Intérieur, 2013.

[24] PNUD, Programme de sauvegarde et de développement des oasis des provinces du Sud. Typologie des oasis de la province de Tata, 2009.

[25] M. Ater, S. El Fatehi, A. El Oualkadi, Y. Hmimsa, *La cultura tradicional de la vid en la región norte de Marruecos: Existencia de posibles influencias Andaluzas*. In: M. J. Carabaza, S. J. Esteban Hernanández Bermejo (Eds.), La vid en al-Andalus: Tradición, Diversidad y Patrimonio, Comares Editorial: Granada, Spain, pp. 279–294, 2020.

[26] N. Belguedj, N. Bassi, S. Fadlaoui, A. Agli, "Contribution à l'industrialisation par l'amélioration du processus traditionnel de fabrication de la boisson locale à base de datte « Rob »", *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*, vol. 20, no. 7, pp. 818-829, 2015.

[27] T. Chouana, M. Kadri, N. Ben Khedda and M.D. Ould El Hadj, "Sirops (Robb) de deux variétés de dattes, Ghars et Deglet Nour comme substitute du sucre blanc dans la fabrication de deux types de bonbons (Loukoums et caramels)", *Algerian Journal of Arid Environment*, vol. 9, no. 2, pp. 66-79, 2019.

[28] F. Abbès, W. Kchaou, C. Blecker, M. Ongena, G. Lognay, H. Attia and S. Besbes, "Effect of processing conditions on phenolic compounds and antioxidant properties of date syrup", *Industrial Crops and Products*, vol. 44, pp. 634-642, 2013.

[29] M.A. Mohamed and A.A. Ahmed, "Libyan Date Syrup (Rub Al-Tamr)", *Journal of Food Science*, vol. 46, pp. 1162-1174, 1981.

[30] H.M. Farhan, H.K. Egzar and E.H. Sahap, "Physical and chemical properties pf homemade date syrup (molasses) from middle Iraq cities", *International Journal of Scientific and Research Publications*, vol. 7, no. 1, pp. 141-143, 2017.

[31] G.A. Al Askari and E.A. Faqeh, "Physicochemical and microbiological characteristics of dates syrup (Dibs) samples from Hodaidah regions – Yemen", *J. Sci. Eng. Res*., vol. 3, pp. 468–472, 2016.

[32] S. Al-Hooti, J.S. Sidhu, J.M. Al-Saqer and A. Al-Othman, "Chemical composition and quality of date syrup as affected by pectinase/cellulase enzyme treatment", *Food Chemistry*, vol. 79, pp. 215-220, 2002.

[33] M. Al-Farsi, C. Alasalvar, M. Al-Abid, K. Al-Shoaily, M. Al-Amry and F. Al-Rawahy, "Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products", *Food Chem*., vol. 104, pp. 943–947, 2007.

[34] M.A. Eltawil, A.A. Algonaian and B.M.A. Amer, "Innovative extraction process for date fruits syrups (Dibs) using electro-thermal solar energy", *Solar Energy*, vol. 221, pp. 521-535, 2021.

[35] E.A. El-Nagga and Y.A. Abd El-Tawab, "Compositional characteristics of date syrup extracted by different methods in some fermented dairy products", *Annals of Agricultural Science*, vol. 57, no. 1, pp. 29-36, 2012.

[36] ANDZOA, *Initiative Oasis Résilientes*, Agence Nationale pour le Développement des Zones Oasiennes et de l'Arganier, Maroc, 2015.

[37] S. Badi and A. Ghemam Hamed, Contribution à l'évaluation de l'activité anti-anémique du sirop de datte chez le rat Wistar. Mémoire du Master. Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-oued, Algérie, 2020.

[38] N. Haddia, Z. Mennane, R. Charof, E. H. Berny, A. Mardhy and E. Kerak, "Etude de la qualité d'un dérivé de dates marocaines (cas de Tahlaoute)", *International Journal of innovation and applied studies*, vol. 8, no. 3, pp. 990-998, 2014.

[39] W.H. Barreveld, *Date palm products*. Agricultural services bulletin n°101. Rome, Italy: FAO, 1993.

[40] H. Harrak and M. Boujnah, *Valorisation technologique des dates au Maroc*, Inra Edition, Rabat, Maroc, 2012.

[41] F. Abbès, M. Masmoudi, W. Kchaou, S. Danthine, C. Blecker, H. Attia and S. Besbes, "Effect of enzymatic treatment on rheological properties, glass temperature transition and microstructure of date syrup", *LWT–Food Sci. Technol*., vol. 60, pp. 339–345, 2015.

[42] Y. Mimouni, Mise au point d'une technique d'extraction de sirops de dattes; comparaison avec les sirops à haute teneur en fructose (HFCS) issus de l'amidonnerie. Mémoire du Master. Université Kasdi Merbah Ouargla, Algérie, 2009.

[43] Z. Ghafari, M. Hojjatoleslamy, R. Shokrani and M.A. Shariaty, "Use of date syrup as a sweetener in non alcololic beer: Sensory and rheological assessment", *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, vol. 3, no. 2, pp. 182-184, 2013.

[44] M. Majzoobi, H. Mansouri, G. Mesbahi, A. Farahnaky and M.T. Golmakani, "Effects of sucrose substitution with date syrup and date liquid sugar on the physicochemical properties of dough and biscuits", *J. Agr. Sci.Tech*., vol. 18, pp. 643-656, 2016.

[45] F.M.M. Salama, "The use of some natural sweeteners in ice cream manufacture", *J. Dairy Sci.*, vol. 32, pp. 355–366, 2004.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 691-696
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Etude sur le comportement des jeunes dans la prise en charge de l'environnement à Ziguinchor (Sénégal)

[Study on the behavior of young people in the care of the environment in Ziguinchor (Senegal)]

Ousmane Ba

Enseignant-Chercheur à l'Institut National Supérieur de l'Éducation Populaire et du Sport (INSEPS), Université Cheikh Anta Diop (UCAD), Dakar, Senegal

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This article tries to focus on the real behavior of young people in the management and protection of the environment in the Ziguinchor region. Indeed, the article was made possible thanks to a documentary analysis and a methodology based on a purely qualitative analysis. Thus, the results obtained show that the behavior of young people in dealing with the issue of the environment is relatively weak.

KEYWORDS: youth, environment, behavior, community, State.

RESUME: Cet article essaie de mettre le focus sur le comportement réel des jeunes dans la gestion et la protection de l'environnement au niveau de la région de Ziguinchor. En effet, l'article a pu se réaliser grâce à une analyse documentaire et une méthodologie basée sur une analyse purement qualitative. Ainsi, les résultats obtenus montrent que le comportement des jeunes dans la prise en charge de la question de l'environnement est relativement faible.

MOTS-CLEFS: jeune, environnement, comportement, communauté, État.

1 INTRODUCTION

La question du développement durable s'est progressivement imposée à l'agenda politique des Nations au cours des dernières décennies. En effet, depuis la fin des années 2015, l'Organisation des Nations Unies (ONU) a élaboré un agenda 2030 dénommé les Objectifs du Développement durable (ODD) dans lequel on peut dénombrer 17 objectifs et 169 cibles. Dans le cadre de notre article, nous mettons le focus sur l'objectif 11 à savoir Villes et communautés durable: « Réduire la charge polluante des citadins en mettant l'accent sur la qualité de l'air et la gestion des déchets; concevoir l'urbanisme de manière plus inclusive et durable ». Par ailleurs, pour arriver à bout de cet objectif, il faudra nécessairement l'implication de tous les acteurs de la communauté Internationale.

Justement, dans le cadre de cet article, nous avons choisi de mettre le doit sur la jeunesse. Car, cette dernière figure au cœur de cette problématique d'autant plus que le développement durable impacte fortement sur les ressorts générationnels. Ce faisant, il développe en même temps le principe de « répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs ». Mieux encore, selon l'Action 25-1 de l'Organisation des Nations unies (ONU): « les jeunes représentent près de trente pour cent (30%) de la population mondiale » [1]. De ce fait, il est donc indispensable d'associer la jeunesse d'aujourd'hui aux décisions en matière d'environnement et de développement et à l'application des programmes pour assurer la réussite à long terme de telles politiques.

Le Sénégal, en ce qui le concerne, a élaboré une Stratégie Nationale de Développement Durable (SNDD) depuis 2015. En effet, ce document part du fait que ce pays a pris en compte tous les débats autour de la problématique liée au développement durable mais aussi a consenti d'importants efforts pour mettre en place des stratégies et des institutions de mise en œuvre des politiques et des programmes afin de créer des partenariats et de mobiliser des ressources pour tendre vers un développement durable. Partant de cette stratégie, quelle est l'implication de la jeunesse sénégalaise de manière générale et celle ziguinchoroise en particulier dans ce processus? Comment ces derniers perçoivent-ils la question du développement durable en termes de comportements, d'attitudes et de pratiques?

Dans le but de mieux cerner les contours du problème en question, notre plan de travail tournera autour de la méthodologie adoptée, de la définition des concepts clés, de l'analyse des données et enfin des perspectives.

2 METHDOLOGIE ADOPTEE

Cette étude a pour cadre la région de Ziguinchor. Elle a été réalisée grâce à une méthodologie foncièrement basée sur l'analyse documentaire, l'observation et l'entretien.

La région de Ziguinchor se trouve au Sud du Sénégal (région méridionale). En effet, elle est subdivisée en trois (03) départements à savoir: le Département de Ziguinchor, le département de Bignona et le département d'Oussouye. Le choix de cette localité n'est pas fortuit encore moins gratuit en ce sens qu'elle constitue l'une des parties du Sénégal les plus riches en verdure grâce à une forêt dense et un écosystème riche.

L'analyse documentaire, quant à elle, nous a permis de collecter des données secondaires en rapport avec notre objet de recherche. Ainsi, ces données peuvent être structurées en deux (02) types: des données d'ordre administratif et juridique et celles scientifiques.

En ce qui concerne l'observation, elle a été utilisée en deux (02) phases: il s'agit de l'observation directe et l'observation indirecte. L'observation directe s'explique par le fait que nous sommes descendu sur le terrain afin de bien définir le cadre d'étude, de décrire les séquences temporelles phares, d'identifier les types de jeunes observés, de déceler les comportements, les attitudes et les pratiques de ces derniers et enfin de saisir le type de relation communicationnelle qu'ils entretiennent.

Enfin, l'entretien semi-directif a été utilisé dans la mesure où elle est une technique qui permet au chercheur d'interroger ses enquêtés via la conception et la réalisation d'un guide d'entretien (A. Blanchet et A. Gotman, 1992). En effet, il incite l'interviewer à avoir une liberté de pensée et répondre aisément aux différentes questions soulevées par le chercheur; ce qui en conséquence favorise des échanges fructueux (J. C. Combessie, 2001). Ainsi, le guide a mis l'accent sur les comportements, les perceptions ainsi que les attitudes et pratiques des jeunes dans la prise en charge de l'environnement. Ce guide d'entretien a été adressé aux jeunes dirigeants des associations ou organisations communautaires de base (OCB) travaillant dans le domaine de l'environnement. Le choix de ces derniers n'est pas gratuit car ils ont un vécu dans le domaine et ont la possibilité en termes d'expérience de nous livrer beaucoup d'informations à ce niveau. En somme, vingt (20) jeunes ont été interrogés et tous cens entretiens ont fait l'objet de transcription et d'analyse approfondie.

3 DEFINITION DES CONCEPTS

Dans cette partie de notre article, nous allons définir en filigrane les concepts qui sont en rapport avec notre objet de recherche. Il s'agit des concepts de: Comportement, de jeunesse et de l'environnement.

3.1 LE COMPORTEMENT

Le comportement a été théorisé par plusieurs disciplines à savoir la sociologie et la psychologie. En effet, nous pensons qu'il peut-être défini comme un ensemble de réactions adoptées par une personne dans son environnement et face à des situations données ou imprévues. Mieux encore, il peut-être perçu comme les mouvements ou actions commis ou réalisés par les humains. Pour le psychosociologue J. B. Watson (1913), le comportement est « l'ensemble des réactions objectivement observables qu'un organisme généralement pourvu d'un système nerveux exécute en réponse aux stimulations du milieu, elles-mêmes objectivement observables » [4]. En fin de compte, nous pouvons retenir que le comportement est basé sur des caractéristiques biologiques structurelles et fonctionnelles primordiales et qui est valable pour les êtres vivants en général et l'homme en particulier.

3.2 LA JEUNESSE

La jeunesse est un concept très important qui a aussi fait l'objet d'étude à travers des théories sociologiques, anthropologiques et psychologique. Mais dans le cadre de cet article, nous optons de choisir quelques définitions en rapport avec notre objet de recherche. C'est pourquoi de manière basique, nous pouvons définir la jeunesse comme celle ou celui qui n'est pas assez avancé en âge pour exercer ou remplir certaines fonctions établies par la société. Alors que pour la Charte Africaine de la Jeunesse (2006), « le jeune signifie toute personne âgée entre 15 et 35 ans » [5]. Cette même définition est adoptée par le ministère de Jeunesse, de la Construction citoyenne et de la Promotion du Volontariat à travers sa Lettre de Politique sectorielle de Développement (LPSD, 2015). Pour le sociologue P. Bourdieu (1984), « la jeunesse n'est qu'un mot » [7]. Donc selon lui, l'âge adulte commence lorsque l'on entre dans la vie active et que l'on fonde une famille. Pris ainsi, on voit que cette entrée dans la vie d'adulte est très variable selon le groupe social auquel on appartient.

3.3 L'ENVIRONNEMENT

Il urge de noter qu'il n'y a pas une définition unique sur le concept de l'environnement. En effet, l'environnent au sens élémentaire s'intéresse à la nature au regard des activités humaines et aux interactions entre la nature et l'homme mais aussi les impacts de ce dernier sur l'environnement et les actions engagées pour les réduire. D'ailleurs, pour essayer de bien prendre en charge la question de l'environnement, il a été, lancé en 1992 le Sommet sur la Convention Cadre des Nations unies sur les changements climatiques dont les pays signataires se rencontrent annuellement depuis 1995. A cet effet, la France a présidé la 21ème la Conférence des Etats parties à la convention cadre des Nations unies sur le climat en novembre 2015.

Pour matérialiser son engagement, le Gouvernement sénégalais, conformément aux recommandations de cette dite conférence, a mis en place un Plan National d'Action à l'Environnement (PNAE) en 1997. Ce programme constitue un cadre stratégique permettant le Sénégal d'identifier ses priorités environnementales et de définir les bases efficaces de planification et de gestion des ressources naturelles et de l'environnement. Le défi majeur était d'adopter une démarche qui puisse concourir à réaliser un large consensus de l'ensemble de la nation sur l'état et le devenir de son environnement. Ce processus contribue de ce point de vue au renforcement de la décentralisation qui constitue aujourd'hui un enjeu fondamental par rapport au devenir de notre société.

De même, la mise en place d'un cadre juridique rénové pour une bonne gestion de l'environnement a semblé nécessaire. C'est dans ce sens que la loi n°2002-01 du 15 janvier 2001 portant Code de l'Environnement a été adoptée. A cet effet, celle loi dispose en son article premier que: « L'environnement sénégalais est un patrimoine national, partie intégrante du patrimoine mondial. Sa protection et l'amélioration des ressources qu'il offre à la vie humaine sont d'intérêt général et résultent d'une politique nationale dont la définition et l'application à l'Etat, aux collectivités locales et aux citoyens. Tout individu a droit à un environnement sain dans les conditions définies par les textes internationaux, le présent Code et les autres lois de protection de l'environnement. Le droit est assorti d'une obligation de protection de l'environnement. » [8].

4 ANALYSE DU COMPORTMENT DES JEUNES

À travers les observations menées et les données qualitatives obtenues et réalisées, nous pouvons classer en deux (02) catégories le comportement des jeunes dans la prise en charge de l'environnement à savoir: les indicateurs positifs et les obstacles que ces derniers rencontrent dans leur intervention.

4.1 LES JEUNES, ACTEUR DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Il faut noter que les jeunes constituent une partie importante de la population sénégalaise en général et ziguinchoise en particulier. En effet, il a été constaté que ces derniers interviennent aussi massivement dans la question de la protection de l'environnement. Cette implication de la jeunesse peut-être expliquée par l'ampleur des conséquences et des dégâts notés sur l'environnement. Selon un dirigeant d'une Organisation Communautaire de Base (OCB) « notre implication dans la gestion de l'environnement est due fortement par l'agression de la nature et de la forêt ». Parmi les jeunes interrogés figurent des jeunes pêcheurs et agriculteurs sénégalais, qui sont les plus concernés par ce phénomène.

Le premier type de comportement des jeunes que nous avons eu à découvrir lors de notre enquête de terrain est le fait d'anticiper sur les informations relatives aux impacts dramatiques du réchauffement climatique et de l'agression de la biodiversité. En effet, ils le font souvent en s'appuyant sur les prévisions météorologiques. Dans la commune de Ziguinchor par exemple, les jeunes dirigeants interrogés sont très impliqués dans la recherche des données de prévisions météorologiques à travers les médias communautaires. Ceci selon l'un d'entre eux « leur permet non seulement d'être au diapason de ce qui se

passe dans le pays mais surtout aussi de prendre toutes les dispositions nécessaires pour protéger et sauvegarder l'environnement ». Partant de constat, nous pouvons noter que ces derniers sont dans une situation de prévention et d'anticipation.

Le deuxième type de comportement est relatif aux programmes et aux séances de sensibilisation consistant à impliquer beaucoup de jeunes dans le reboisement avec comme effet la plantation des arbres sur une superficie de 500 hectares par exemple dans la localité de Ziguinchor. Selon eux, cette initiative a pour objectif de renforcer davantage l'écosystème de la zone afin d'éviter la désertification et la rareté de certains espèces. Ici aussi, certains jeunes interviewés expliquent cette façon de procéder par le fait qu'ils sont souvent financés par des Organisations Non Gouvernementales (ONG) qui interviennent dans ce domaine.

Enfin, le troisième type de comportement de ces jeunes dans la prise en charge de la question de l'environnement tourne autour de la gestion des déchets plastiques. En effet, ces derniers pensent qu'ils ont des conséquences dans le développement de l'environnement cause pour laquelle leur gestion devient un « impératif catégorique ». D'ailleurs beaucoup d'entre eux « pensent qu'il faut des politiques concrètes et pérennes de la part des pouvoirs publics afin de solutionner ce problème. Car, quels que soient les actes posés par eux, il est du devoir de l'État de pouvoir trouver des solutions durables ou des alternatives prometteuses pour le bien de la communauté ».

4.2 Les Facteurs Bloquants La Prise En Charge De L'environnement

La gestion de l'environnement est un processus qui demande beaucoup d'efforts et de patience. En effet, les pouvoirs publics, les Groupements de Promotion Féminine (GPF), les Organisations Non Gouvernementales (ONG), les Organisations Communautaires de Base (OCB) et les organisations de jeunes ont développé des projets et programmes dans le cadre de la préservation de l'écosystème en général et de l'environnement en particulier. Toutefois, nous constatons que ces actions ne satisfont pas mieux encore ne promeuvent pas du fait des insuffisances décelées au niveau des comportements des jeunes. À ce titre, nous pouvons énumérer un certain nombre de défaillances ou de manquements dans la prise en charge de la question de l'environnement.

4.2.1 Un Manque D'engagement Du À Un Probleme D'indifference

Même s'il y a des efforts fournis par certains jeunes dans la prise en charge de la question de l'environnement a sein de notre localité d'étude, force est de constater que la plupart d'entre eux ne sont pas engagés dans ce processus. Ceci est fortement dû selon notre observation sur le terrain par un manque d'indifférence à l'endroit de la nature et de l'environnement. Certains d'entre eux interrogés pensent que « la gestion et la prise en charge de l'environnement sont des prérogatives de l'État et que les citoyens ne peuvent l'accompagner qu'en second lieu ». Mais au fond, le véritablement problème est relatif à une méconnaissance de l'environnement et surtout à une indifférence de l'écosystème. Sinon comment expliquer le fait que certains jeunes jettent leurs ordures n'importe où et n'importe comment? Cette façon de faire est certainement due à notre système d'éducation à la base mais aussi aux insuffisances de programmes de sensibilisations relatifs à l'environnement. Pour cela, il faudra que « l'éducation à l'environnement débute au niveau des concessions » [9].

4.2.2 « L'economisation » Ou La « Mercantillisation » Exponentielle De L'environnement Par Les Jeunes

Aujourd'hui, il urge de constater qu'il y a une surexploitation de l'environnement à travers le monde. En effet, l'environnement est devenu un produit économique ou « environnement économicus", pour reprendre les termes du sociologue allemand Max Weber, vu les richesses qui résultent en son sein. En effet, au lieu de penser protéger l'environnement, certains jeunes s'adonnent à son exploitation abusive. Ce qui d'ailleurs plombe et bloque les actions et interventions des jeunes dirigeants d'organisations rencontrés sur le terrain. Il faut aussi noter que ces derniers le font du fait qu'ils n'ont aucune occupation professionnelle. Puisque la région de Ziguinchor est caractérisée par une verdure très dense et que l'agriculteur et l'élevage constituent les domaines les plus prisés par les populations, donc force est de constater qu'ils seront « surexploités » par les jeunes. D'ailleurs, certains d'entre eux nous ont dit « qu'il faut que les pouvoirs publics les aident, les assistent et les accompagnent dans leur insertion professionnelle afin de trouver une alternative ». Il s'agit pour eux, l'unique solution alternative pour ne pas exploiter de manière abusive les produits provenant de l'environnement.

5 LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT À ZIGUINCHOR, UNE UTILITE PUBLIQUE

Avec les changements climatiques qui impactent négativement sur l'environnement et sur l'avenir et le devenir de l'humanité, il urge de réfléchir sur les stratégies de faire contribuer largement et activement les jeunes. Dans la région de Ziguinchor par exemple, il est à constater que la plupart des jeunes sont engagés dans les activités de développement communautaire. C'est pourquoi dans cette partie de notre article, l'accent sera mis sur les pistes de recommandations prônées par notre population cible.

5.1 INCITER LES JEUNES À UNE ÉDUCATION DE L'ENVIRONNEMENT

Les pouvoirs publics sénégalais ont toujours misé sur la gestion et la protection de l'environnement et de l'écosystème. En effet, des stratégies et documents de politique sectorielle ont été élaborés à ce niveau. Toutefois, il a été constaté que lors de la conception de ces stratégies, la population n'est impliquée en amont. C'est pourquoi, certains jeunes rencontrés pensent « qu'ils n'ont jamais entendu parler de ces plans, stratégies ou politiques de prise en charge de l'environnement ». Partant de ces propos, nous pouvons dire qu'il y a un manque de culture éducative de l'environnement. Pour ce faire, il faut noter qu'il y a une nécessité de la part des pouvoirs publics ziguinchoirois d'impliquer les jeunes dans une dynamique de gestion et protection de l'environnement à travers des projets et programmes de sensibilisation, de plaidoyer et de lobbying.

5.2 MISER SUR L'EDUCATION À LA CITOYENNETE ENVIRONNEMENTALE

D'après le constat fait sur le terrain, il est à noter que les la plupart des jeunes interrogés n'ont pas reçu une formation en éducation environnementale. Autrement dit, ces derniers semblent méconnaitre leur rôle dans ce processus. D'ailleurs, M. Gaye (2011, 36) semble faire en substance le procès de l'immobilisme de la jeunesse au Sénégal. Il écrit à cet effet que « Les jeunes sénégalais ne se battent plus pour la sauvegarde du patrimoine commun et des legs historiques des générations précédentes. Il y a une absence quasi-totale de cette composante essentielle, considérée d'antan légitimement comme l'espoir de toute une nation et la force motrice des luttes sociales justes. Car il faut dire que la jeunesse est considérée comme étant la force la plus apte et la plus indiquée à occuper les premières lignes si toutefois elle prend conscience de son rôle de citoyen et à la fois d'avant-gardiste, par ses prédispositions de force et de capacité physique et non moins d'intelligence pour la citoyenneté pleine » [10]. Ce constat est intéressant et met sur la table la question de l'implication réelle des jeunes dans la prise en charge de l'environnement au Sénégal en général et à Ziguinchor en particulier. C'est comme s'il y a aujourd'hui une indifférence notoire du point de vue des comportements civiques et citoyens de ces jeunes à l'égard de leur environnement.

6 CONCLUSION

En somme, nous pouvons constater qu'à la fin de notre travail de recherche que les comportements des jeunes dans la prise en charge de la question de l'environnement dans la région de Ziguinchor sont relativement faibles malgré des efforts fournis en ce sens. Car, les jeunes dirigeants des Organisations Communautaires de Base (OCB) interrogés semblent comprendre les tenants et les aboutissants de ce phénomène. Toutefois, d'autres ignorent les enjeux et les problématiques de la prise en charge de l'environnement et de l'écosystème. Cela est du à un manque d'éducation à la citoyenneté environnementale d'une part et à l'indifférence de ces derniers vis à vis de la nature. Enfin, en guise de perspective, il est à noter que les pouvoirs publics de cette localité méridionale du pays (Ziguinchor se trouve au Sud du Sénégal) doivent non repenser leurs projets et programmes à l'endroit de l'environnement en y impliquant la frange juvénile depuis leur conception jusqu'à leur réalisation mais surtout de trouver des mesures alternatives prometteuses.

REFERENCES

[1] Action 21: https://www.un.org/french/ga/special/sids/agenda21/action25.htm.
[2] BLANCHET, Alain., & GOTMAN, Anne. (1992). L'enquête et ses méthode: l'entretien. Paris: Nathan.
[3] COMBESSIE, Jean. Claude. (2001). La méthode en sociologie. Paris: La Découverte.
[4] WATSON, John Broadus, (1913), Psychology as the behaviorist views it.
[5] Charte africaine de la jeunesse, 7ème Session ordinaire de la Conférence des Chefs d'Etat et de Gouvernement de l'Union Africaine (UA), tenue à Banjul (Gambie), le 2 juillet 2006.
[6] Lettre de Politique Sectorielle de Développement du Sénégal, 2015.
[7] Bourdieu, Pierre. (1984). « La jeunesse n'est qu'un mot », entretien avec A.-M. Métaillé, « Les jeunes et l'emploi", Associations des âges, 1978, p.520-530, rééd. dans Questions de sociologie, Paris, Minuit, 1984, p.143-154.
[8] Code l'environnement de la République du Sénégal du 15 janvier 2001.
[9] Banque Mondiale, 2008, Rapport final Analyse Environnementale Pays du Sénégal, 199P.
[10] GAYE, Mandiaye. (2011) La problématique de la citoyenneté au Sénégal: la citoyenneté en question", Harmattan Sénégal.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 697-705
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

VAT Role in the Development of Bangladesh: Any Association with GDP Growth Rate, Government Revenues, and Annual Budget

Mohammad Main Uddin[1], Rabiul Islam[2], Md. Abdus Sahid[3], and Mahmudul Hasan[3]

[1]Department of Accounting, Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University, Dinajpur, Bangladesh

[2]Department of Accounting and Information Systems, Bangabandhu Sheikh Mujibur Rahman Science and Technology University, Gopalganj - 8100, Bangladesh

[3]Department of Computer Science and Engineering, Hajee Mohammad Danesh science and Technology University, Dinajpur, Bangladesh

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This paper represents an outline of the contribution of Value Added Tax (VAT) in Bangladesh in association with the GDP growth rate, the annual budget amount, and total government revenues from the beginning of vat introduction in Bangladesh. We constructed a correlation matrix using the Pearson and Spearman correlation methods, which was then visualized using a Heatmap to visualize the relationship between the variables. To evaluate the association among the variables, three hypotheses have been set and tested using ANOVA, Pearson correlation, and Spearman correlation. The data set have been developed from secondary sources combing the data of VAT revenues, GDP growth rate, the annual budget amount, and total government revenues from the very beginning of VAT's introduction in Bangladesh (1991-2020) to complete the study and test statistical models. According to our findings, VAT makes a significant contribution to government income generation, resulting in the coverage of budgeted revenues and contributing to consistent GDP growth. VAT, as an indirect tax, is now seen as a powerful fiscal weapon to meet the government's ever-increasing demand for revenues to support all development programs for countries transitioning from least developed to developing. VAT has a strong significant correlation with the annual budget amount, but no positive association with GDP growth rate or total governmental revenues, according to Pearson, Spearman, and ANOVA model findings. VAT can play a vital role in sustaining government internal revenue sources by bordering the basic tax base.

KEYWORDS: VAT, GDP growth, annual budget, government revenues, and Bangladesh.

1 INTRODUCTION

Value Added Tax (VAT) is a type of consumption tax [1] and an indirect tax invented in France [2] that must be paid whenever value is added from production to ultimate sale. VAT is a type of utilization charge [3], although it is borne by end users. VAT is different from a deal charge in that it is collected at the end of the process and only sent to the government once [4]. Bangladesh's sales tax was replaced by VAT in 1991, thanks to continued prodding from development agencies such as the IMF [2]. VAT was enacted in Bangladesh [5] to increase revenue, mobilize resources, introduce broader flat-rate taxation, and improve financial openness and accountability. In revenues generation of the government of Bangladesh, the role of VAT is increasing over the years leading to support for government expenditures [2]. The increase in national income is the after effect of the expansion in the per capita income of a country. In Bangladesh, different plans and projects are carried out by the public authority for the financial improvement of the country, and the introduction of VAT by replacing sales tax is one successful example [2]. Tax, particularly VAT, provides the majority of the funds required to carry out those plans and programs. As a developing country, Bangladesh relies heavily on tax income, particularly VAT [6]. VAT is a consumption tax imposed on the value-added prices of all stages of production and sales in Bangladesh, and it is one of the most prominent and productive

vehicles of public income [7]. With the beginning of Bangladesh's socioeconomic and infrastructure development, the importance of increasing internal revenues is growing. Taxes account for almost 80% of entire government revenue, necessitating legislative reorganization. And the implementation of VAT is seen as a bold move [4]. Bangladesh is significantly reliant on taxes. There are two perspectives on the impact of VAT on economic growth: one contends that VAT is growth-enhancing, stimulating capital accumulation and economic growth, while the other contends that VAT is regressive, impacting consumption, which in turn has an impact on investment, employment, and, ultimately, economic growth. While some studies show a beneficial association between value-added tax and economic growth, others argue that because of its regressive nature, VAT is anti-growth. As a result, the topic of whether there is any relationship between the amount of VAT, the yearly budget, total government income, and GDP growth rate has previously been raised. Therefore, we are proposing the objectives of the study are:

- To evaluate the contribution of VAT in association with the annual budget of Bangladesh towards ever-growing developments from the very inception of VAT introduction in Bangladesh.
- To assess the association of VAT with GDP growth rate, annual budget amount, and total government revenues.

2 LITERATURE REVIEW

2.1 VAT AND BANGLADESH

Bangladesh has faced several sorts of consumption taxes over the years. In Bangladesh, a value-added tax (VAT) has been adopted to replace the sales tax in order to broaden the government's income base and mobilize resources to drive economic growth. The role of VAT in the relationship between GDP growth rate and VAT has yet to be revealed. The value added tax (VAT) has a strong positive relationship with Bangladesh's gross domestic product (GDP) and economic advancement [2]. Bangladesh is having difficulty collecting government tax collections in order to meet funding for growing economic and social development. The implementation of the Value Added Tax (VAT) in 1991 was one of the most visible and focused tax reforms programs to address the issue of increasing government tax collections. The same study also noted certain issues with current VAT performance, such as a small number of VAT taxpayers, a lack of public awareness, and ineffective monitoring mechanisms [8]. There is a positive substantial relationship between VAT and Bangladesh's economic growth, which is followed by GDP. VAT has a significant positive connotation with total revenues, and overall tax revenues contribute to Bangladesh's economic success [7]. Tax evasion in the SME sector is a result of the complexity of tax laws and ineffective tax administration, resulting in lower VAT collection in Bangladesh. Furthermore, tax evasion in VAT is high in the majority of rising countries [9]. Bangladesh has graduated into a middle-income country and to finance own internal funds to finance development projects for public utilities. The same study also suggested that increasing the capacity of tax administration and politically unbiased reforming the tax systems can help in this regard [5].

2.2 VAT AND GLOBAL PERSPECTIVE

VAT, or consumption tax, is paid by the end user of the goods or service, and it is extremely simple to collect, administer, and evade. Furthermore, VAT consumes a significant portion of total government tax income and hinders Nigeria's economic progress [10]. In Kenya, VAT rates have a negative relationship with GDP and a negative relationship with CPI. Unemployment has a favorable relationship with VAT rates [11]. VAT is the government of Kosovo's principal source of revenue, and it has had a progressive impact on GDP [12]. VAT systems can be enhanced by the quality of democracy and legislative strength of the government [13], just as VAT systems can be enhanced by the quality of democracy and legislative strength of the government. VAT has a significant impact on investment development in Nigeria [14]. Developing and transitional economies (DTE) are more capable of proper functioning of VAT than the sales tax and the application of VAT depends on “self-assessment”, which remains a problem for many DTE [15]. The adoption and adaptation of VAT in SAARC countries has the potential to raise the government's revenue ratio and hence the tax ratio. According to our findings, a flourishing VAT adaption is a critical proven weapon for collecting tax and increasing revenue ratios. The SARCC countries' GDP-to-revenue ratio has been improved by adjusting VAT [16]. Growing countries use VAT as an effective tool to stabilize tax revenues, and it has been established that VAT reduces tax revenue instability significantly [17]. In comparison to countries without a VAT system, foreign locations with VAT have 40-50 percent less tax revenue unpredictability. The VAT's revenue impact and implementation are linked to a long-run increase in the overall revenue-to-GDP magnitude relationship [18].

2.3 TAX ADMINISTRATION AND AUTHORITIES INFLUENCES OF VAT INTRODUCTION

Countries should develop their economic and social infrastructures, which can only be done by improving tax efforts to determine the required amount of public spending in order to reach the global goal of achieving the Millennium Development Goals (MDGs) [19]. VAT may be a good approach to raise funds and update the whole tax structure, but it must be effectively conceived and implemented [20].

Internal sources of finances are regarded an essential component of development projects and programs in developing countries, as they enable the country to continue constant progress and development. Bangladesh was recently promoted from least developed to developing country status, owing to significant socioeconomic improvement that has resulted in the preparation of a big deficit budget. In this case, VAT can be a powerful and effective weapon in combating the government's ever-increasing demands for internal finances. Bangladesh implemented VAT in 1991, and income generated from VAT has been steadily increasing each fiscal year. However, no comprehensive research has been undertaken on these topics, such as the participation of VAT in government revenue generation in relation to GDP growth rate and annual budget. As a result, this research is being carried out to assess the contribution of VAT in Bangladesh from 1991 to 2020 in relation to GDP growth, yearly budget, and total government revenues.

3 METHODOLOGY

We are proposing three hypotheses to measure the relationship among the variables. Different techniques are used to experiment the hypothesis whether they are accepted or rejected. Data needs to preprocess and methods are applied to find different values to test the hypothesis. Overall methodology is given below.

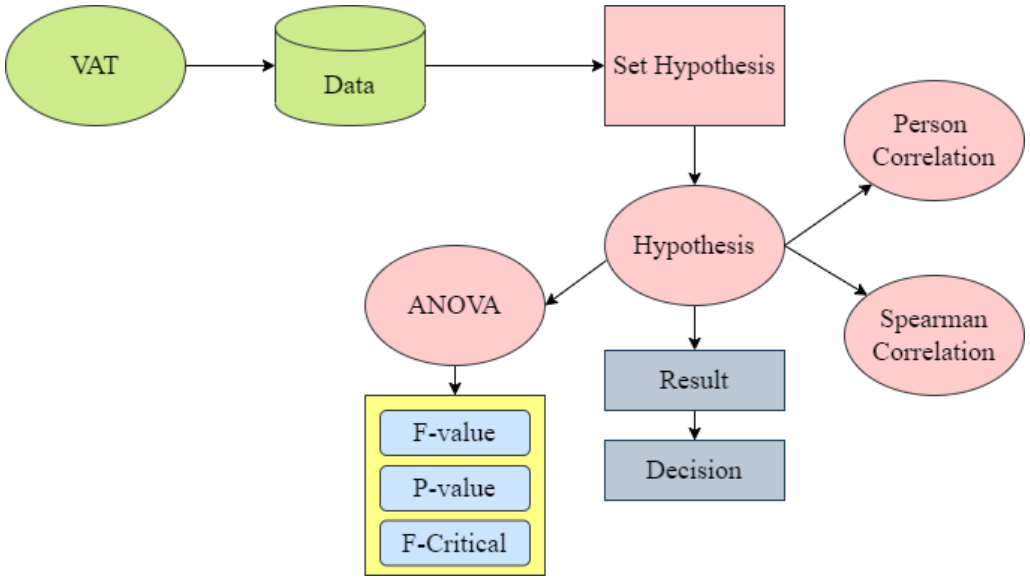


Fig. 1. Block diagram of proposed methodology

3.1 ANOVA

In 1918, Ronald Fisher first proposed the idea of Analysis of Variance. Analysis of Variance is known as ANOVA. To determine the norms of multiple significant groups' difference from each other, ANOVA is used as a statistical method. It uses the features taken from each group to measure the degrees of variance within them. Hypothesis testing can be accomplished with the help of these types of groups. There are several types of ANOVA. They are :

i. One-way ANOVA.
ii. Two-way ANOVA.
iii. Multivariate ANOVA.

For this analysis, we used one-way ANOVA. To compare two means from two different groups, one-way ANOVA is utilized which is based on F-statistics. Few of the functional units of One-way ANOVA measurements:

3.2 F

It's a test statistic that is being used to see how well the group means are equal and the comparative importance of the different groups of variables. The F is expressed by the following formula:

$$F = \frac{Variance\ in\ sample\ norms}{Variance\ within\ sample}$$

3.3 P

The P value is the probability of having a result that is at least as significant as the one observed if the null hypothesis is true.

3.4 F-CRITICAL

The F critical indicates how much risk you're prepared to accept when rejecting a hypothesis when it is true. It demonstrates the relevance of the numerous groups of variables. The null hypothesis is accepted when the estimated F-critical value is larger than the F value else it is rejected.

3.5 PEARSON CORRELATION

Karl Pearson presented it after Francis Galton proposed a similar concept. This is a technique used to determine the association concerning two or more continuous variables. It depicts the significance of the relationship or correlation as well as the link's path. From this correlation, we can establish three possible hypotheses: a positive linear relationship, a negative linear relationship, or no linear relationship. It ranges from -1 to 1, with 0 indicating no connection, 1 indicating total positive correlation, and -1 indicating a total negative correlation.

The correlation among two factors x and y is calculated by using the equation below:

$$\boldsymbol{r} = \frac{\sum(\boldsymbol{x_i} - \overline{\boldsymbol{x}})\,(\boldsymbol{y_i} - \overline{\boldsymbol{y}})}{\sqrt{\sum(\boldsymbol{x_i} - \overline{\boldsymbol{x}})^2\ \sum(\boldsymbol{y_i} - \overline{\boldsymbol{y}})^2}}$$

Here,

r = which represents correlation coefficient.
x_i = which represents the value of the x variable in the sample.
$\overline{\boldsymbol{x}}$ = which represents the mean of the x variable in the sample.
y_i = which represents the value of the y variable in the sample.
$\overline{\boldsymbol{y}}$ = which represents the mean of the y variable in the sample.

3.6 SPEARMAN CORRELATION

Spearman correlation is developed by Charles Edward Spearman. Spearman's correlation coefficient is a statistical measure of the strength and orientation of the monotonic association between paired data. It varies from -1 to 1. If the value is -1 or +1, the correlation between the two variables can be described using precisely monotone functions. The raw data X and Y will be first converted to prioritized data before being used in the calculation. It uses rank data rather than raw data values in the calculation; it is less susceptible to outliers than the Pearson correlation coefficient. It is symbolized by the Greek letter ρ. Spearman's correlation formula is as follows when there is no tied rank:

$$\boldsymbol{\rho} = \mathbf{1} - \frac{\mathbf{6}\ \boldsymbol{\Sigma d_i}^2}{\boldsymbol{n}\ (\boldsymbol{n}^2 - \mathbf{1})}$$

Here,

d_i = which represents the difference of paired data.
n = which represents the amount of data.

The Spearman's correlation formula is as follows when there is a tie rank:

$$\rho = \frac{\sum(x_i - \bar{x})\,(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

3.7 Test Of Hypotheses

VAT has a substantial positive association with gross domestic product and positively contributes to the economic development of Bangladesh [2]. VAT has a strong Pearson's Product Moment Correlation to the GDP of the Nigerian Economy [21]. Recently, VAT considered a major instrument that boosts the economic development of the country. Furthermore, in comparison with sales tax, VAT increases the economic progress of Ethiopia [22]. With the change in the VAT rate, the aggregate consumption and economic growth rate also change [23]. Therefore, this study suggests a positive association between the VAT and GDP growth rate in the following hypothesis:

H_1: There is a positive association between the VAT and GDP growth rate

An increase in the VAT rate didn't increase the total tax revenue of the state budgets, despite the gradual increase of tax revenues [24]. VAT has great potential to generate sufficient government revenues and VAT has been considered a viable tool of taxation [25]. For developing countries like Bangladesh, to meet the ever-increasing expenditure of government development projects, the government needs to raise their internal sources of fund in annual budget preparation [26]. VAT is one kind of indirect tax that can be used as a base for long-term financing plans for the general EU budget leads to the welfare standards and developments in the member states [27]. Furthermore, this study suggests a positive association between the VAT and Annual Budget Amount in the following hypothesis:

H_2: There is a positive association between the inflation rate and the unemployment rate.

VAT is the second long-term source of total government revenues in Nigeria [28]. VAT is considered a major basis of revenue for the government around the world and the contribution of VAT increasing rapidly [29]. In a developing country, as for representative and politically noncontroversial leads to produce a very thin tax base and encouraged to rely on VAT [30]. VAT is a secondary tax paid on the value addition in each stage from production to distribution considered a significant source of government revenues [31]. Accordingly, this study suggests a positive association between VAT and the Total Government Revenues in the following hypothesis:

H_3: There is a positive association between VAT and Total Government Revenues.

3.8 Theoretical Framework

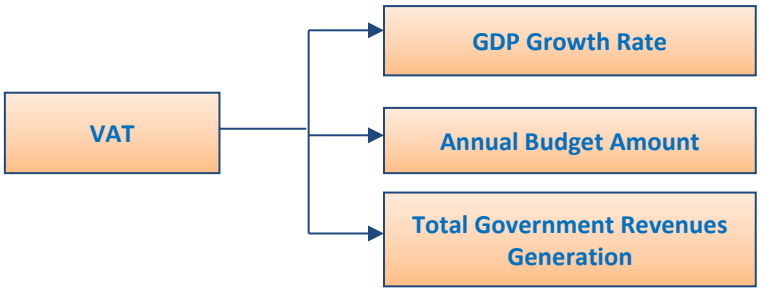


Fig. 2. Theoretical Framework

4 Results And Discussion

We assessed the correlation value among the variables using Pearson's correlation and Spearman correlation measure approaches to see if the hypothesis is rejected or accepted. Three hypotheses were tested using analysis of variance (ANOVA), correlation results approach, and another statistical method. When the F value is greater than the F-critical value, two of the hypotheses are rejected by the procedures. Figures 3 and 4 show a Heatmap that is used to suggest the hypothesis and shows the link between the variables. A strong positive correlation is shown by dark blue, while a strong negative correlation is shown

by white. The correlation matrix is also shown in the Heatmap by the values and the diagonal elements are shown the 100% correlation because the correlation between a variable with itself is always 100%.

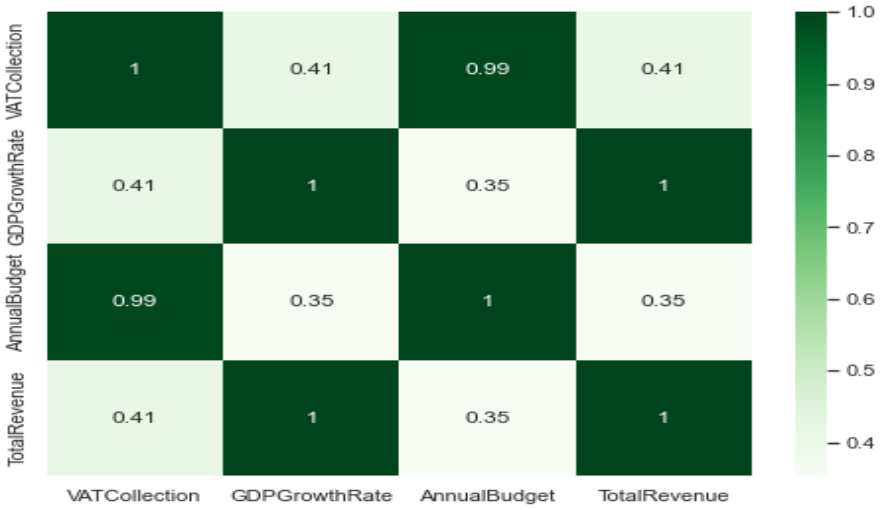


Fig. 3. Heatmap of correlation matrix (Pearson Correlation)

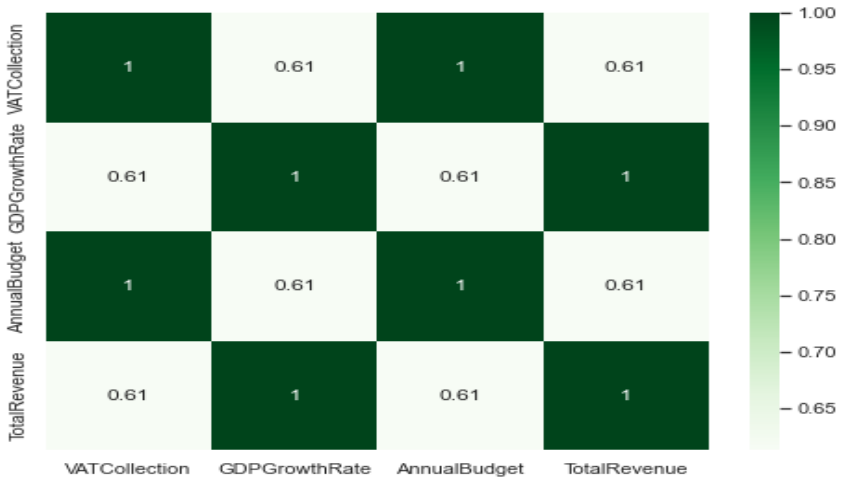


Fig. 4. Heatmap of correlation matrix (Spearman Correlation)

The testing result is tabulated in table:

Table 1. Hypothesis testing result

Hypothesis	Pearson (Parametric)	Spearman (Nonparametric)	ANOVA Single Factor
H_1	Rejected	Rejected	Rejected
H_2	Accepted	Accepted	Accepted
H_3	Rejected	Rejected	Rejected

The above table shows the acceptance result of the hypothesis using different methods. Detailed descriptions of each result are discussed.

Table 2. Score for hypothesis testing parameters of ANOVA

ANOVA			
Hypothesis	**F**	**P**	**F-Crit**
H_1	16.25	0.000176	4.02
H_2	1.57	0.000211	4.02
H_3	13.22	0.000618	4.02

Hypothesis 1 stated that VAT has a positive association with GDP growth rate. In Pearson, Spearman and ANOVA model reject hypothesis 1 where the F value is 16.25 and F critical value is 4.02 in ANOVA, and 0.000176 is calculated by the proposed correlation finding methods. So VAT has no significant positive association with the GDP growth rate.

Hypothesis 2 stated that there is a positive association between the VAT and the Annual budget amount. In Pearson, Spearman, and ANOVA model accept hypothesis 2 where the F value is 1.57 and F critical value is 4.02 in ANOVA, and 0.000211 is calculated by the proposed correlation finding methods. So, VAT has a positive association with the annual budget amount.

Hypothesis 3 stated that there is a positive association between the VAT and the total government revenues. In Pearson, Spearman, and ANOVA model rejected hypothesis 3, where the F value is 13.22 and F critical value is 4.02 in ANOVA, and 0.000618 is calculated by the proposed correlation finding methods. So, VAT has no positive association with the total government revenues.

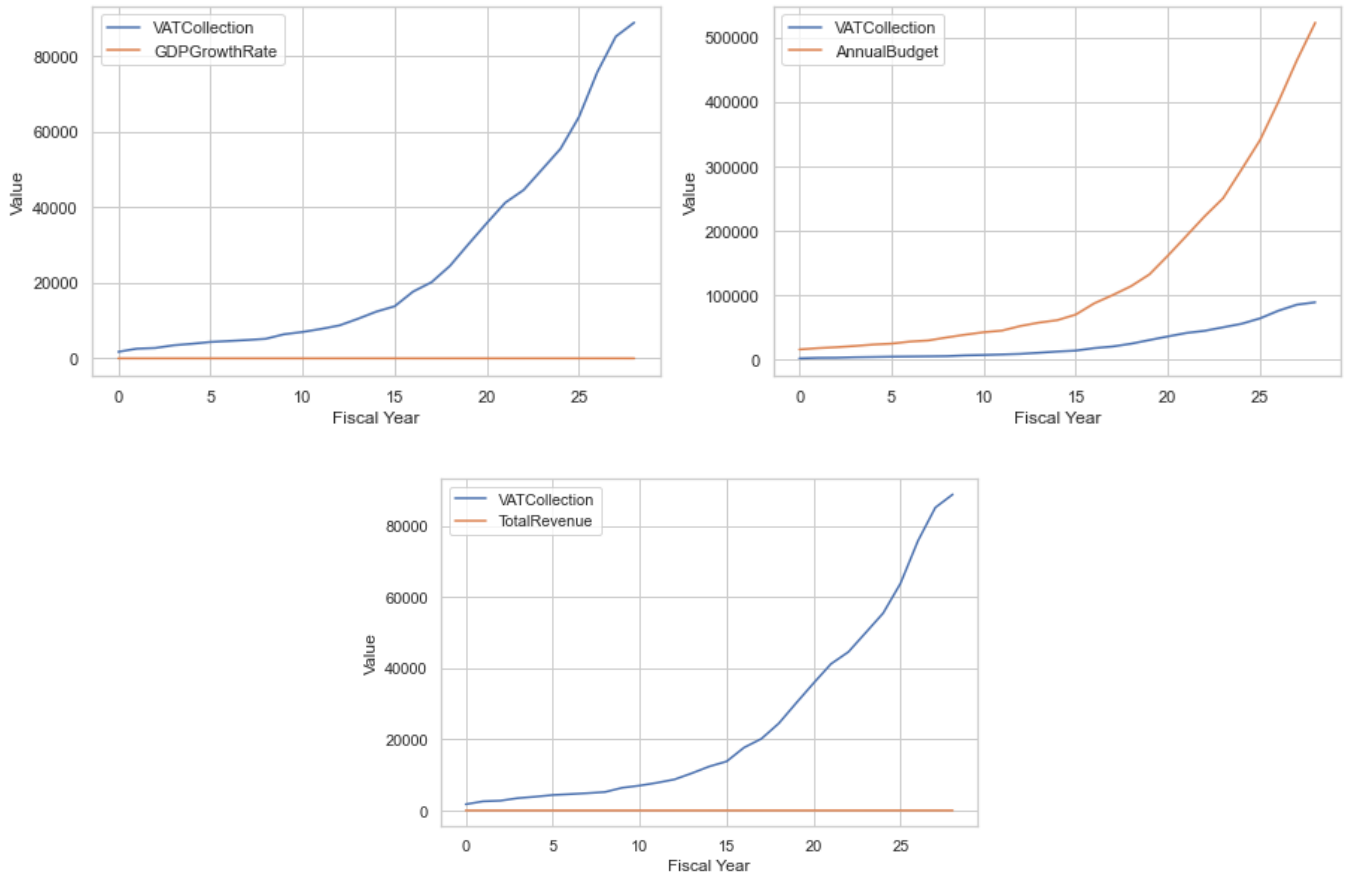


Fig. 5. Relationship among variables of hypothesis H_1, H_2, and H_3

COMPARATIVE SCENARIO OF VAT TOWARDS GDP GROWTH RATE, TOTAL BUDGET AMOUNT AND TOTAL GOVERNMENT REVENUES

The Government of the People's Republic of Bangladesh introduced VAT to replace the outdated general sales taxes in the fiscal year 1991-1992 to increase the government's revenue and make funds available for developmental purposes in the country, it has been seen that the VAT collection of Bangladesh every fiscal year is increasing as well the size of the annual budget is also increasing. In the line of increasing VAT revenues, it is now contributing to the total revenues generation of the government significantly that leading to a smooth run of government-sponsored development projects, and as a result GDP growth rate of the country is upward sloping. The overall contribution of VAT in total government revenues generation, contributing to annual budget size and GDP growth rate has been illustrated in the following graph.

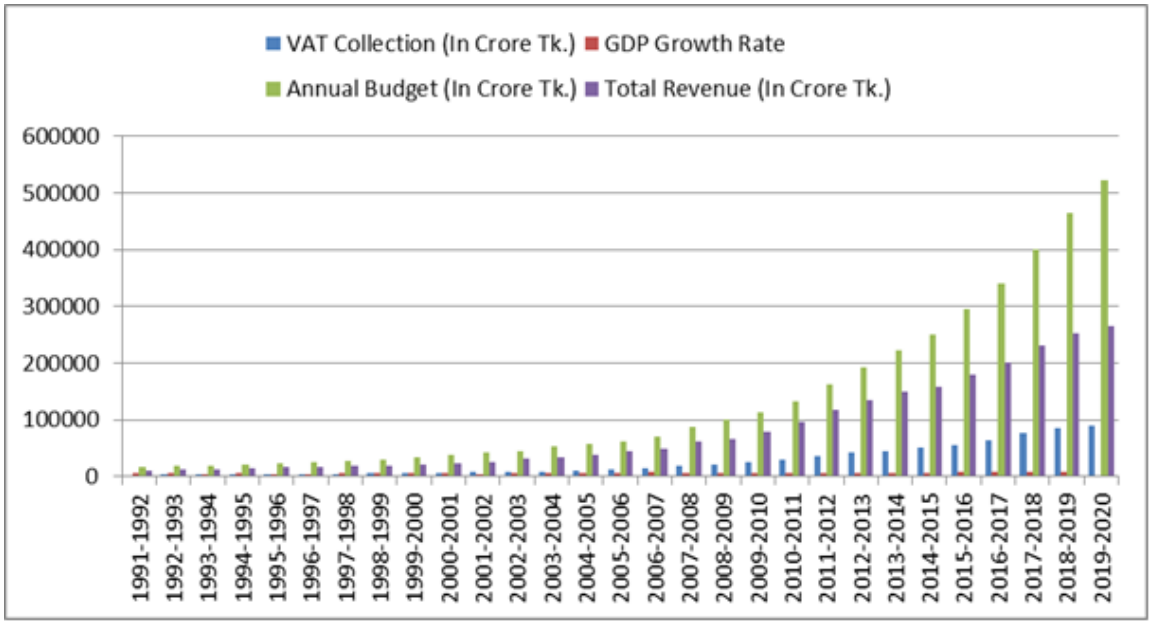


Fig. 6. VAT collection in association with GDP growth rate, annual budget amount and total government revenues

5 CONCLUSION

VAT has been discovered to be a very effective tool for raising government revenue in Bangladesh. VAT was introduced in Bangladesh in 1991 as a consequence of international pressure to replace sales tax as a modern, progressive indirect tax. Bangladesh was just promoted from the list of least developed countries to the list of developing countries. Bangladesh has made significant progress in the areas of education, communication, energy, health, agriculture, power, and social safety networks, thanks to massive funding and the implementation of a big yearly budget with deficit financing. In this context, VAT can be used as a feasible alternative for greater indirect tax charging to create internal government finances, which helps to reduce reliance on deficit financing and maintain a stable GDP growth rate. The Bangladesh government has raised a large amount of income from VAT over the last three decades (1991 to 2020). VAT accounts for a significant chunk of the annual budget and overall government revenue.

REFERENCES

[1] A. Schenk, V. Thuronyi, and W. Cui, "Value added tax: A comparative Approach", 2nd ed. Cambridge Law Series, Cambridge University Press, 2015. https://doi.org/10.1017/CBO9781107337671.

[2] F. Lalarukh, and M.C. Salahuddin, "Contribution of VAT to the GDP of Bangladesh: A Trend Study". Journal of Business, vol. 34, no. 2, pp. 131-141, 2013.

[3] A. Azmi, N. S. Sapiei, M. Z. Mustapha, and M. Abdullah, "SMEs' tax compliance costs and IT adoption: the case of a value-added tax", International Journal of Accounting Information Systems, vol. 23, pp. 1-13, 2016. https://doi.org/10.1016/j.accinf.2016.06.001.

[4] R. Ismail, "Value Added tax (VAT) –in View of Bangladesh". IOSR Journal of Business and Management, vol. 19, no. 1 (VI), pp. 08-18, 2017.

[5] S. U. Ahmed, "Taxation challenges for Bangladesh", The cost and management, vol. 47, no. 4, pp. 13-21, 2019.
[6] N. Faridy, R. Copp, B. Freudenberg, and T. Sarke, "Complexity, compliance costs and non-compliance with VAT by small and medium enterprises in Bangladesh: is there a relationship?", In Australian Tax Forum, vol. 29, no. 2, pp. 281-328,.2014, January.
[7] Z. U. Rahman, and S. H. Sarkar, "Role of Value Added Tax (VAT) on the Economic Growth of Bangladesh", IOSR Journal of Business and Management, vol. 23, no. 2 (VII), pp. 12-27, 2021.
[8] A.M.C. Smith, A. Islam, and M, Moniruzzaman, "Consumption Taxes in Developing Countries - The Case of the Bangladesh VAT", SSRN Electronic Journal. https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2028663.
[9] N. Faridy, "VAT Compliance Costs and VAT Evasion of Small and Medium Enterprises (SMEs) Sectors in Bangladesh: Is there a Link", 2012.
[10] J. C. Onwuchekwa, and S. A. Aruwa, "Value added tax and economic growth in Nigeria", European Journal of Accounting Auditing and Finance Research, vol. 2, no. 8, pp. 62-69, 2014.
[11] L.K. Njogu, "The effect of value added tax on economic growth in Kenya", International Academic Journal of Economics and Finance, vol.1, no. 5, pp. 10-30, 2015.
[12] T. Shala, "Collection of Value Added Tax in Kosovo and Its Effect on Economic Growth", European Journal of Economics and Business Studies, vol. 3, no. 2, pp. 225-233, 2017.
[13] https://doi.org/10.26417/ejes.v8i1.p225-233.
[14] S. G. Chan, Z. Ramly, and M. Z. A. Karim, "Government spending efficiency on economic growth: Roles of value-added tax", Global Economic Review, vol. 46, no. 2, pp. 162-188, 2017.
[15] F. O. Asogwa, and O.M. Nkolika, "Value Added Tax and Investment Growth in Nigeria: Time Series Analysies", IOSR Journal of Humanities and Social Science (IOSR-JHSS), vol. 18, no. 1, pp. 28-31, 2013.
[16] R. Bird, P. P. Gendron, and J. L.Rotman, "VAT Revisited. A New Look at the Value Added Tax in Developing and Transitional Countries", USAID, 2005.
[17] E. G. Peter, & E. ATAGBORO, "Impact of Tax Revenue on Economy Performance of Nigeria", International Journal of Management and Commerce Innovations, vol. 7, no. 2, pp. 1466-1477, 2019 - 2020.
[18] Ebeke, C. H., & Ehrhart, H, "Does VAT reduce the instability of tax revenues?", Human and Social Science, 2012. https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00617272.
[19] M. Keen, and B. Lockwood, "The Value-Added Tax: its causes and consequences", IMF Working Paper No. 07/183, Available at SSRN 1007932, 2007. https://ssrn.com/abstract=1007932.
[20] P. D. Golit, "Appraising Nigeria's tax effort: a comparative econometric analysis", Economic and Financial Review, vol. 46, no. 1, pp. 69-103., 2008.
[21] L. P. Ebrill, M. Keen, J. P. Bodin, and V. Summers, "The allure of the value-added tax", Finance & development, vol. 39, no. 002, 2002.
[22] D. Basila, "Investigating the Relationship between VAT and GDP in Nigerian Economy", Journal of Management and Corporate Governance, vo. 2, no. 2, pp. 65- 72, 2010.
[23] D.M. Jalata, "The role of value added tax on economic growth of Ethiopia". Science, Technology and Arts Research Journal, vol. 3, no. 1, pp. 156-161, 2014.
[24] B. Miki, "The effect of the VAT rate change on aggregate consumption and economic growth", Working Paper Series 297, Colombia Business school, Colombia University, New York, 2011. https://doi.org/10.7916/D8862QBH.
[25] I. Hajdúchová, M. Sedliačiková, and I, Viszlai, "Value-added tax impact on the state budget expenditures and incomes", Procedia Economics and Finance, vol. 34, pp. 676-681, 2015.
[26] J. Okwori, and S. Ochinyabo, "A log linear assessment of the effect of value added tax (VAT) on revenue generation in Nigeria", Journal of Emerging Trends in Economics and Management Sciences, vol. 5, no. 7, pp. 95-100, 2014.
[27] M.S. Siddiqui, "Analysis of VAT in the Proposed Budget", The Financial Express, vol. 16, no. 307, 2009. https://ssrn.com/abstract=1824520.
[28] H. Matthijs, "The budget of the European Union", Institute for European Studies, Vrije Universiteit Brussel, IES Working Paper, 4.,2010.
[29] M. N. Okoli, and S. M. Afolayan, "Correlation between value added tax (vat) and national revenue in Nigeria: An ECM model", Research Journal of Finance and Accounting, vol. 6, no. 6, pp. 230-238, 2015.
[30] I. Lejeune, "The EU VAT experience: what are the lessons", Tax Analysts, pp. 257-282, 2011.
[31] G. P. Jenkins, and C. Y. Kuo, "A VAT revenue simulation model for tax reform in developing countries", World Development, vol. 28, no. 4, pp. 763-774, 2000.
[32] https://doi.org/10.1016/S0305-750X (99) 00144-8.
[33] S.N. Singh, "The Analysis of Value Added Tax (Vat) to Increasing Government Revenue in Ethiopia", Financial Markets, Institute and Risk, vol. 3, no. 2, pp. 115-127, 2019.
[34] http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/73889.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 706-719
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Choix optimal des équipements entrant dans l'implémentation d'un réseau électrique en utilisant une des méthodes métaheuristiques: Algorithme génétique

[Optimal choice of equipment for the implementation of an electrical network using one of the metaheuristic methods: Genetic algorithm]

Ndjiya Ngasop[1-2], Ernest Kiata[2-3], and Dendjeu Steve Arthur[1-2]

[1]Department of Electrical Engineering, Energy and Automation, National School of Agro-Industrial Sciences, University of Ngaoundere, Cameroon

[2]Laboratory of Energy, Signal, Imagery and Automation (LESIA), ENSAI, University of Ngaoundere, Cameroon

[3]Laboratory of Information and Communication Technologies, Protestant University of Central Africa, Yaounde, Cameroon

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: With the increasing demand for electrical energy, the design of electrical networks is becoming more and more complex to operate according to standards. The choice of devices for the installation of an electrical network would lead to many consequences such as loss of power, deterioration of the line due to overvoltages, etc. As a result, there are several methods of solving difficult problems, including metaheuristic methods. These methods, which appeared in the 1980s, are inspired by natural systems such as the particle swarm (PSO), the ant colony (ACO) and the genetic algorithm method (AG). The latter is a global research and optimization technique that is based on the mechanisms of natural selection and genetics, which can simultaneouly search for several possible solutions. In this work, it is a question of proposing a progam based on a metaheuristic method which will make it possible to optimally choose the elements of an electrical network. To do this, we first used the parameters of the Cameroonian North Interconnected Network (RIN) the proposed a program based on a genetic algorithm that we simulated with the characteristics of the latter using the MATLAB software in order to choose the best devices (conductors, insulators, pylons) for its implementation.

KEYWORDS: electrical network, optimization, metaheuristics, genetic algorithm, implementation.

RESUME: Avec la demande croissante de l'énergie électrique, la conception des réseaux électriques devient de plus en plus complexe à opérer selon les normes. Le mauvais choix des dispositifs pour l'implantation d'un réseau électrique entrainerait de nombreuses conséquences telles que les pertes de puissances, la détérioration de la ligne due aux surtensions, etc. De ce fait, il existe plusieurs méthodes de résolution des problèmes difficiles parmi lesquelles les méthodes métaheuristiques. Ces méthodes apparues dans les années 1980 sont inspirées des systèmes naturels tels que l'essaim des particules (PSO), la colonie des fourmis (ACO) et la méthode d'algorithme génétique (AG). Cette dernière est une technique de recherche et d'optimisation globale qui est basée sur les mécanismes de la sélection naturelle et de la génétique, pouvant rechercher simultanément plusieurs solutions possibles. Dans ce travail, il est question de proposer un programme basé sur une méthode métaheuristique qui permettra de choisir de façon optimale les éléments d'un réseau électrique. Pour ce faire, nous avons d'abord utilisé les paramètres du Réseau Interconnecté Nord (RIN) Camerounais puis, proposé un programme basé sur algorithme génétique que nous avons simulé avec les caractéristiques de ce dernier à l'aide du logiciel MATLAB afin de choisir les meilleurs dispositifs (conducteurs, isolateurs, pylônes) en vue de son implémentation.

MOTS-CLEFS: réseau électrique, métaheuristique, optimisation, algorithme génétique, implémentation.

Corresponding Author: Ndjiya Ngasop

1. INTRODUCTION

Depuis plus d'une vingtaine d'années, une attention toute particulière est portée sur l'étude de réseaux électriques afin d'améliorer leur dimensionnement, leur qualité et leurs performances. L'industrialisation et la croissance de la population sont les premiers facteurs pour lesquels la consommation de l'énergie électrique augmente régulièrement [1]. Ainsi, pour avoir un équilibre entre la production et la consommation, il est nécessaire d'augmenter le nombre des centrales électriques, des lignes et de transformateurs [1]. A l'origine, le réseau électrique a été construit et dimensionné pour transporter l'énergie électrique produite par les centres de production jusqu'aux centres de consommation les plus éloignés. Les réseaux d'électricité ont été conçus dans le but de veiller à l'optimalisation de la disponibilité de l'énergie électrique aux consommateurs. L'accroissement de la taille et de la complexité des réseaux est dû au développement des interconnexions et tient compte de l'amélioration de la qualité demandée par des clients plus exigeants [2]. Cependant avec la demande croissante de l'énergie électrique, la conception des réseaux électriques devient de plus en plus complexe à opérer dans les normes de la qualité énergie électrique [3]. Avec la demande croissante de l'énergie électrique, la conception des réseaux électriques devient de plus en plus complexe à opérer dans les normes de la qualité énergie électrique [3]. L'accroissement de la taille et de la complexité des réseaux est dû au développement des interconnexions et face à l'amélioration de la qualité demandée par des clients plus exigeants [2]. C'est ainsi qu'il se pose le problème de complexité du choix optimal des éléments constitutifs d'un réseau électrique. D'où l'intérêt d'opter pour les méthodes métaheuristiques dont les domaines d'application sont divers tels que l'optimisation de l'énergie électrique, la production et la gestion industrielle et la recherche opérationnelle [1], [4]. Les métaheuristiques sont des méthodes d'optimisation robustes apparues dans les années 1980 visant à résoudre des problèmes difficiles. La majorité des métaheuristiques sont inspirées de systèmes naturels, nous pouvons citer à titre d'exemple: le recuit simulé qui est inspiré d'un processus métallurgique, les algorithmes génétiques (AG) qui sont inspirées des principes de l'évolution Darwinienne et de la biologie, la recherche tabou qui s'inspire de la mémoire des êtres humains, les algorithmes basés sur l'intelligence par essaim comme l'algorithme d'optimisation par essaim de particules (PSO), l'algorithme de colonies de fourmis (ACO) qui s'inspirent du comportement social de certaines espèces évoluant en groupe [5]. C'est ainsi que Bouktir et Slimani en 2005 ont fait une étude théorique afin de minimiser le coût total en carburant des unités de production thermique et de conserver une performance du système acceptable en termes de limites sur le générateur réel et sorties de puissance réactive, tensions de bus et flux de puissance des lignes de transmission. Il ressort de ce travail que la méthode ACO donne des meilleurs résultats avec un temps réduit qu'avec l'algorithme génétique, soit respectivement 1815,7 dollars et 1937,1 dollars. De même que les travaux de Gahmousse en 2018 a fait une étude théorique afin de minimiser à l'aide des méthodes métaheuristiques (PSO, AG) le temps total de déclenchement des relais à courant maximum de courant directionnels afin d'assurer une meilleure exploitation du réseau électrique et une continuité de service. Les résultats de leur étude montrent que le temps total de déclenchement des relais primaire obtenu par PSO est le meilleur par rapport à l'AG, mais pour le cas d'augmentation du courant de court-circuit, l'AG donne le meilleur temps de déclenchement par rapport à l'algorithme PSO. Les travaux de Benyaza en 2016 portant sur une étude théorique afin d'optimiser la répartition optimale des puissances, en minimisant les coûts de génération à l'aide de l'algorithme génétique présentant la variation du paramètre de mutation donne des meilleurs résultats par rapport à la variation du paramètre de sélection et celui de croisement. Or, l'étude de Bansal en 2005, sur les méthodes d'optimisation pour le système d'alimentation électrique montre que les méthodes métaheuristiques sont meilleures que les méthodes d'optimisation mathématiques et les techniques hybrides d'intelligence artificielle du fait de leur convergence rapide vers l'optimum global mais ressort la difficulté du choix de la fonction d'évaluation. Au vu de l'importance de l'énergie dans la vie de l'homme et les moyens technologiques de son exploitation limités, et compte tenu de la littérature, on peut se poser la question suivante: comment choisir les éléments constitutifs d'un réseau de transport électrique à l'aide d'une méthode métaheuristique à savoir l'algorithme génétique ? L'objectif principal de cette étude est de proposer un programme d'algorithme génétique permettant le choix efficace des éléments d'un réseau électrique de transport. De manière spécifique caractériser chaque dispositif d'un réseau de transport; simuler à l'aide de la méthode algorithme génétique; et comparer les résultats obtenus. La méthodologie de ce travail consistera à établir dans un premier temps les relations (fonctions adaptatives) caractérisant chaque dispositif (conducteurs, isolateurs, pylônes) d'un réseau électrique de transport à l'instar du Réseau Interconnecté Nord du Cameroun, ensuite optimiser ces dispositifs avec les paramètres associés à l'aide méthode métaheuristique (Algorithme Génétique), et puis comparer ces dispositifs obtenus à ceux présent sur le RIN, et enfin faire varier les paramètres de croisement et de mutation et comparer les résultats. Dans ses articulations, cet article présente en détail le développement d'une méthode de choix optimal des équipements entrant dans l'implémentation d'un réseau électrique en utilisant une des méthodes métaheuristiques dans le titre Matériels et Méthodes. De même, nous aborderons ensuite la partie discussion des résultats et terminerons par la conclusion.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. MATÉRIEL

Pour mener à bien cette étude, nous avons utilisé:

- Un ordinaire portable de marque Hewlett-Packard HP 110-3800, processeur Inetl® Atom™ CPU N455 @ 1,66GHz 1,67 GHz; RAM de 4 Go;
- Un logiciel de simulation des données et de calcul numérique MATLAB R2010a;
- Un logiciel d'édition de Grafcet CFCEDIT version 1.37 pour la réalisation du GRAFCET;
- Le Réseau Interconnecté Nord.

Les caractéristiques des lignes HTB du RIN sont données par le tableau 1 suivant.

Tableau 1. Caractéristiques ligne HTB du RIN

Lignes	Long. (km)	Tension (kV)	Nature conducteur	Section (mm²)	Puissance Max. de transit (MW)	Nombre de pylône
Lagdo - Garoua I	49,84	110	Alu-Acier	150	34	138
Lagdo-Garoua II	49,98	110	Alu-Acier	150	34	137
Lagdo - Ngaoundéré	237,83	110	Almélec (Aster)	228	77	728
Garoua - Guider	101,15	90	Almélec (Aster)	228	63	275
Guider - Maroua	99,33	90	Almélec (Aster)	228	63	269

2.2. MÉTHODES

Dans cette partie, nous présenterons les relations et expressions des différentes fonctions adaptatives utilisés pour implémenter un algorithme d'optimisation; de même que les expressions et critères utilisées pour déterminer la section d'un conducteur, la chute de tension dans une ligne, le nombre d'assiette de verre ainsi que la longueur d'une chaine d'isolateurs, la hauteur et la portée des pylônes dans un réseau électrique.

2.2.1. CHOIX DU CONDUCTEUR

2.2.1.1. CRITÈRE DU COURANT NOMINAL

Le courant nominal circulant dans la ligne est déterminé par la relation (1) suivante [6], [7]:

$$I_N = \frac{P_N}{\sqrt{3}U\cos\varphi} \tag{1}$$

Le courant admissible par le câble de section S (mm²) est donné par l'expression (2) [1], [7]:

$$I_{ad} = KS^{0,62} \tag{2}$$

Le tableau 2 ci-dessous donne les coefficients K pour quelques matériaux [9], [10]:

Tableau 2. Valeurs du coefficients K pour quelques matériaux

Matériau	Almélec	Alu-Acier	Cuivre
K	17,1	16,4	21

2.2.1.2. CRITÈRE DU COURANT DE COURT-CIRCUIT

On vérifie que le câble pourra supporter le courant de court-circuit I_{cc} transmis sans que la ligne soit abimée pendant un certain temps t. Le courant de court-circuit est donné par la relation (3) suivante [7], [8]:

$$I_{cc\max} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3}U} \tag{3}$$

La section est donnée par l'équation (4) [6], [9], [10]:

$$S = \frac{I_{cc\max} \times \sqrt{t}}{a} \tag{4}$$

2.2.1.3. CRITÈRE DE CHUTE DE TENSION

La chute de tension engendrée par le câble tout au long de la ligne doit être inférieure à 8% [11]. Elle est donnée par la relation (5) ci-après [8]:

$$\Delta U = \sqrt{3} I_N \left(R_{70°C} \cos\varphi + X \sin\varphi \right) \tag{5}$$

2.2.2. CHOIX DES ISOLATEURS

2.2.2.1. DÉTERMINATION DE LA LONGUEUR DE FUITE DES ISOLATEURS

La ligne de fuite L_f est la distance la plus courte, le long de la surface d'un isolant solide, entre deux parties conductrices. Sa longueur est donnée par l'équation (6) [6], [7]:

$$L_f = 1{,}1 \times U_M \times \beta \tag{6}$$

2.2.2.2. CHOIX DE LA CHAINE D'ISOLATEURS

Nous déterminons le nombre N_2 en vérifiant que la longueur de la ligne de fuite est suffisante [6].

$$N_2 = \frac{L_f}{longueur\ de\ fuite\ effective\ d'\ une\ assiette} \tag{7}$$

2.2.3. CHOIX DES PYLÔNES

La flèche des conducteurs, noté f est représenté clairement par le schéma de la figure 1.

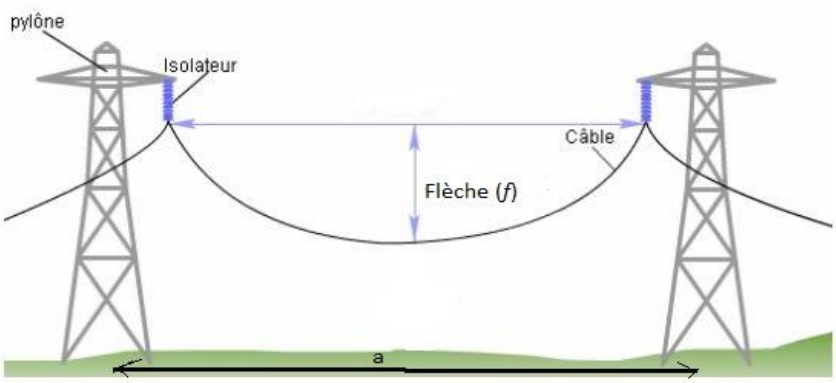


Fig. 1. Représentation de la flèche

L'expression de la flèche d'un conducteur est donnée par l'équation (8) suivante:

$$f = \frac{P.a^2}{8.T} \tag{8}$$

Le nombre total de supports est donnée par la formule de l'équation (9):

$$N_s = \frac{L}{a} + 1 \tag{9}$$

2.2.4. OPTIMISATION PAR ALGORITHME GÉNÉTIQUE

Au regard des méthodes présentées dans la littérature, nous avons opté pour l'algorithme génétique comme outil d'optimisation des éléments du réseau de transport, dû au fait qu'il offre un bon compromis exploitation/exploration de l'espace de recherche. Il élimine les solutions non-valides, il a une capacité de calcul parallèle intéressante, de plus la qualité de solution est relative selon le degré de précision demandé [3], [4].

2.2.4.1. STRATÉGIE D'OPTIMISATION

La stratégie d'optimisation est représentée par la figure 2 ci-dessous.

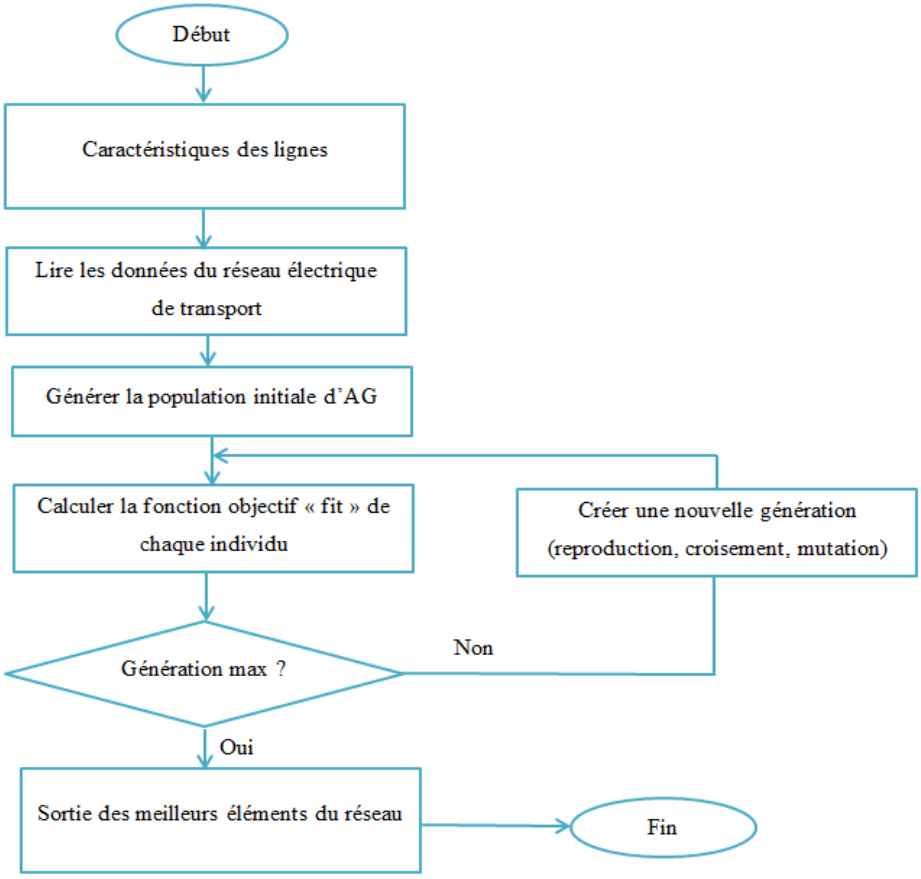


Fig. 2. Organigramme d'optimisation par l'algorithme génétique

2.2.4.2. PARAMÈTRES DE RÉGLAGE UTILISÉS POUR L'ALGORITHME GÉNÉTIQUE

Le tableau 3 indique les valeurs typiques de réglage de l'algorithme génétique.

Tableau 3. Valeurs typiques des paramètres de réglage de l'AG

Paramètres de réglage de l'AG	Valeurs typiques
Génération	100
Taille de la population	75
Croisement	0.8
Mutation	0.01
Limite de la fonction fitness	10^{-9}-10^{-2}
Limite de temps	infinie

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. CHOIX DES CONDUCTEURS

De tous les matériaux utilisés dans la réalisation des réseaux HTB, nous porterons notre attention sur l'almélec **(AAAC)** ou **Aster** à cause de:

- Sa résistance mécanique supérieure à celle de l'aluminium;
- Sa légèreté par rapport à l'alliage aluminium-acier;
- Son coût bas par rapport à celui du cuivre.

La Norme NF EN 50182 [12], nous permet de faire le choix de la section de câble en fonction des tensions suivant que la zone soit givrée ou non. Ainsi, pour les tensions 90 kV et 110 kV, notre choix se portera en premier lieu sur le câble **Aster 228** dont les caractéristiques sont répertoriées dans le tableau 4 suivant:

Tableau 4. Caractéristiques électriques du câble Aster 228

Caractéristiques électriques	Valeurs
Température maximale régime permanent (°C)	75
Résistance électrique à 20°C (Ω/km)	0,146
Coefficient de température de la résistance (K^{-1})	0,0036
Réactance électrique linéique X (Ω/km)	0,4

Nous allons opter pour un câble **Phlox 94,1** comme câble de garde de section **51,95mm²**.

Par la suite, il est question de s'assurer que la section du câble est optimale par l'algorithme génétique.

En utilisant les paramètres suivants : $génération = 100$, $taille\ population = 75$, $probabilité\ croisement = 0,8$, $probabilité\ mutation = 0,01$, $t < 5$ s, $S_{cc} = 8000$ MVA, $K = 17,1$, $a = 76,4$, $\cos\varphi = 0,9$; l'algorithme génétique nous donne les résultats suivants.

3.2. COURANT NOMINAL, COURANT ADMISSIBLE ET COURANT DE COURT-CIRCUIT

Le tableau 5 présente les résultats des courants sur les différentes lignes du RIN obtenus par simulation.

Tableau 5. Courant nominal, courant admissible et courant de court-circuit obtenus par algorithme génétique

Lignes	I_N (A)	I_{ad} (A)	I_{cc} (kA)
Lagdo - Garoua I	198,28	495,35	41,989
Lagdo - Garoua II	198,28	495,35	41,989
Lagdo - Ngaoundéré	448,76	495,35	41,989
Garoua - Guider	449,05	495,35	51,32
Guider - Maroua	449,05	495,35	51,32

De ce tableau, on se rend compte que les courants admissibles dans les câbles pour chaque ligne sont supérieurs aux courants nominaux, ce que veut dire que l'almélec Aster 228 est capable de supporter les différents courants nominaux.

3.3. SECTION DES CONDUCTEURS

La figure 3 présente le processus de recherche de l'optimum de la fonction par algorithme génétique pour la section des câbles des lignes Lagdo-Garoua I, Lagdo-Garoua II, Lagdo-Ngaoundéré. On note que de ce graphe que la minimisation de la section s'arrête à la 51ème génération.

La section optimale trouvée est de **173,795 mm²**. Donc l'almélec Aster 228 de section **228 mm²** est optimal pour les lignes Lagdo-Garoua I, Lagdo-Garoua II, Lagdo-Ngaoundéré.

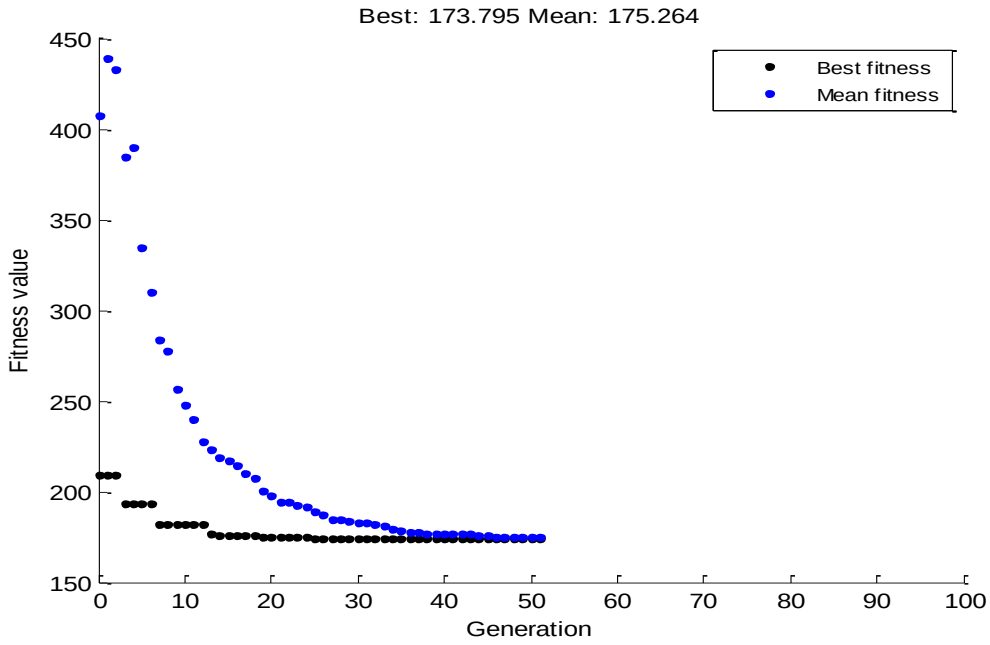


Fig. 3. Valeur optimale des sections pour les lignes Lagdo-Garoua I, Lagdo-Garoua II, Lagdo-Ngaoundéré

La figure 4 présente le processus de recherche de l'optimum de la fonction par algorithme génétique pour la section des câbles des lignes Garoua-Guider et Guider-Maroua. Ici, la minimisation de la section s'arrête à la 51ème génération. La section optimale trouvée est de 212,419 mm². Donc l'almélec Aster 228 de section 228 mm² est optimal pour les lignes Garoua-Guider et Guider-Maroua.

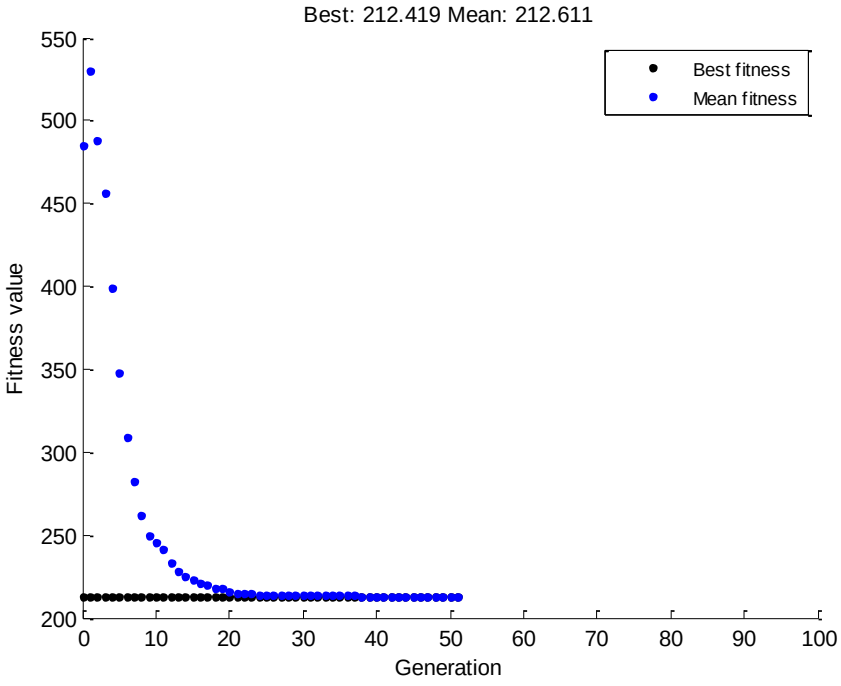


Fig. 4. Valeur optimale des sections pour les lignes Garoua-Guider et Guider-Maroua

3.4. CHUTE DE TENSION

La figure 5 montre le résultat de recherche pour la section des câbles de la ligne Lagdo-Garoua I. La chute de tension trouvée est de **0.0512**, soit **5.12 %.**

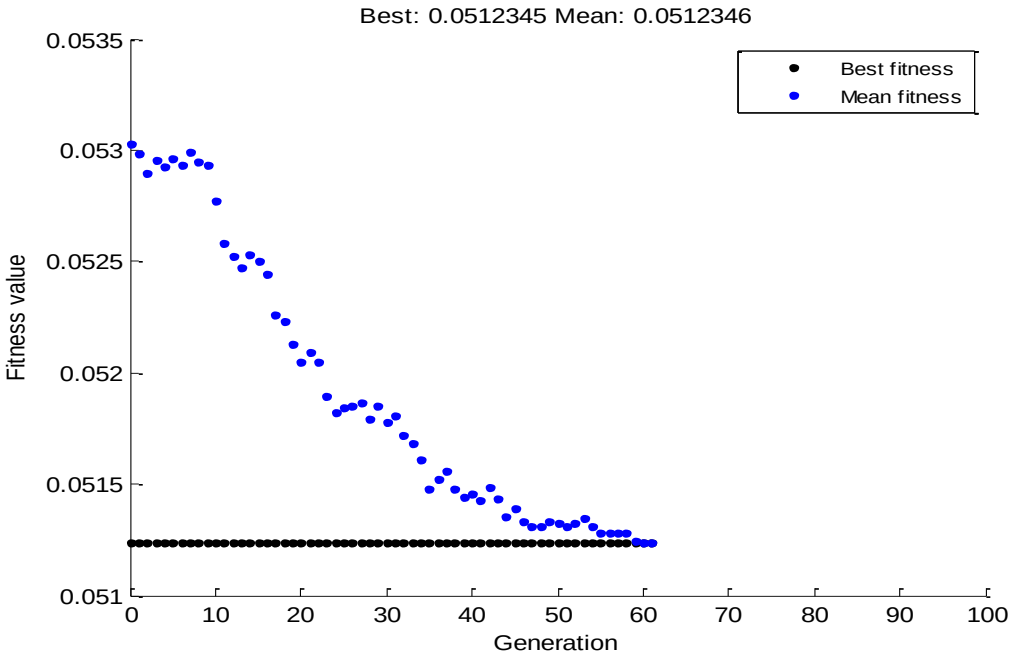


Fig. 5. Valeur optimale de la chute de tension pour la ligne Lagdo-Garoua I

Le tableau 6 récapitule les chutes de tension obtenues pour les autres lignes du RIN.

Tableau 6. Chutes de tension obtenues par simulation

Lignes	Chute de tension
Lagdo - Garoua I	5,12 %
Lagdo - Garoua II	5,14 %
Lagdo - Ngaoundéré	5,54 %
Garoua - Guider	5,06 %
Guider - Maroua	5,28 %

De ce tableau, on constate que les chutes de tensions sur toutes les lignes du RIN sont strictement inférieures à 8 %, seuil prévu par la norme. Le câble **Aster 228** de ce fait respecte tous les critères, et par conséquent sera maintenu sans la suite de notre étude.

3.5. CHOIX DES ISOLATEURS

Au regard de la littérature faite sur les isolateurs, nous porterons notre choix sur les isolateurs céramiques, car ces derniers semblent plus avantageux que les autres types d'isolateurs. En utilisant les caractéristiques de la tension de contournement en fonction de la zone de pollution, de la tension nominale de tenue aux chocs de foudre, des caractéristiques d'assiettes standard, du BIL et nombre d'assiettes (standard) et les paramètres suivants: génération=100, taille population=75, probabilité croisement=0,8, probabilité mutation=0.01, U_M=123 kV, $\boldsymbol{\beta}$=1.48 cm/kV; l'algorithme génétique nous présente les résultats suivant. La figure 6 montre le résultat de recherche du nombre optimal d'assiettes d'une chaine d'isolateurs sur les lignes du RIN. Le nombre assiette trouvé est **6.29698**, soit **7 assiettes**.

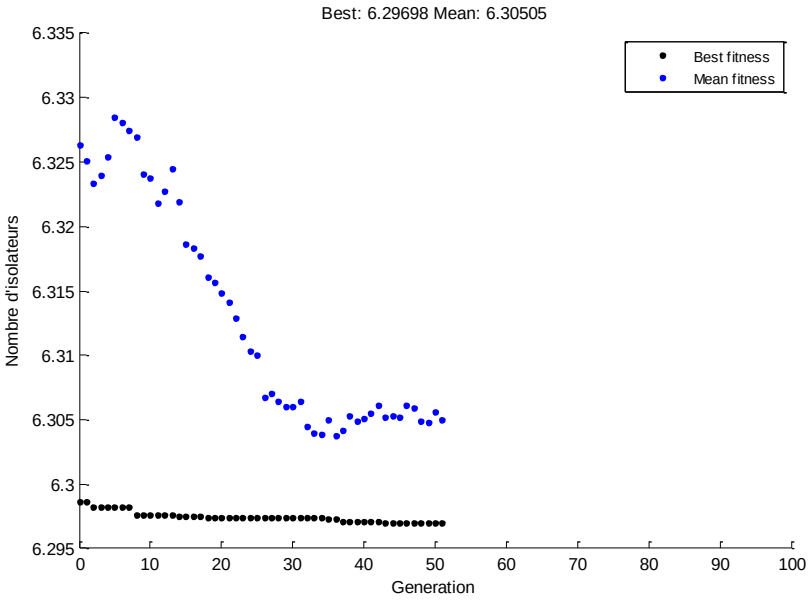


Fig. 6. Nombre optimal d'assiettes d'une chaine d'isolateurs des lignes du RIN

Le tableau 7 résume les caractéristiques de la chaine d'isolateurs sur chaque ligne du RIN:

Tableau 7. Caractéristiques de la chaine d'isolateurs des lignes du RIN

Lignes	Caractéristiques d'une assiette	Nombre d'assiettes	Longueur de la chaine d'isolateur [mm]	Masse de la chaine d'isolateurs [kg]
Lagdo - Garoua I	F120/127	7	889	26,6
Lagdo - Garoua II	F120/127	7	889	26,6
Lagdo - Ngaoundéré	F120/127	7	889	26,6
Garoua - Guider	F100/127	7	889	25,9
Guider - Maroua	F100/127	7	889	25,9

3.6. CHOIX DES PYLÔNES

D'après la littérature, les pylônes chat et les pylônes à trois triangles peuvent supporter jusqu'à 225 kV [13]. De ce fait, nous choisirons pour les lignes 110 kV les pylônes chat et pour les lignes 90 kV les pylônes triangles. Par la suite, nous allons déterminer la flèche minimale des conducteurs et le nombre de pylônes optimal des lignes du RIN. En utilisant les caractéristiques des câbles ALMELEC (NFEN 50182) et les paramètres suivants: génération=100, taille population=75, probabilité croisement=0.8, probabilité mutation=0.01, m=627kg/km, g=9.81N/kg, 500m≤a≤1500m, T=74050 N; l'algorithme génétique nous donne le résultat de recherche de l'optimum de la flèche. La flèche optimale obtenue est **2,59274 m** comme la montre à la figure 7.

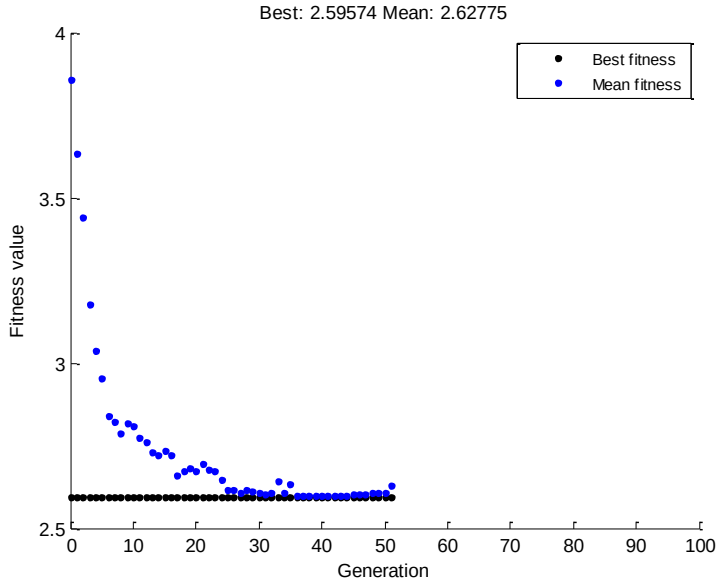


Fig. 7. Flèche optimale des câbles

La figure 8 montre le résultat de recherche de l'optimum du nombre pylônes pour la ligne Lagdo-Garoua I pour une portée comprise entre 500m et 1500 m. Le nombre pylônes pour la ligne Lagdo-Garoua I est de **99.6549**, soit **100 pylônes**.

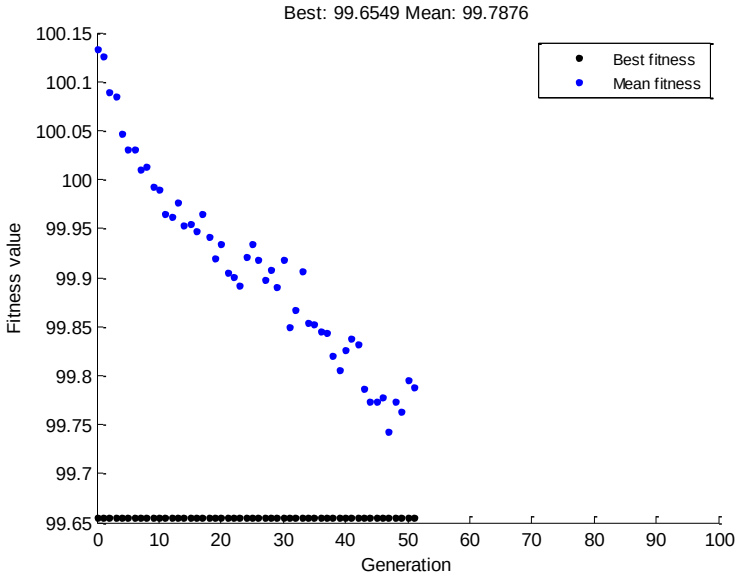


Fig. 8. Nombre optimal de pylônes sur la ligne Lagdo-Garoua I

Le tableau 8 récapitule le nombre de pylônes optimal obtenu pour les autres lignes du RIN.

Tableau 8. Nombre optimal des pylônes obtenu pour les lignes du RIN

Lignes	Nombre de pylônes
Lagdo - Garoua I	100
Lagdo - Garoua II	100
Lagdo - Ngaoundéré	472
Garoua - Guider	203
Guider - Maroua	198

3.7. RÉCAPITULATIF DES RÉSULTATS DE LA SIMULATION

Le tableau 9 résume les résultats des sections, la nature des conducteurs, les nombres d'assiettes de la chaine d'isolateurs et le nombre de pylônes obtenus par l'algorithme génétique pour les différentes lignes du RIN.

Tableau 9. Récapitulatif des résultats de la simulation

Lignes	Nature		Nombre assiette chaine d'isolateurs	Section [mm²]		Nombre de pylônes
	Conducteur	Câble de garde		Conducteur	Câbles de garde	
Lagdo - Garoua I	Aster 228	Phlox 94,1	7	228	51,95	100
Lagdo - Garoua II	Aster 228	Phlox 94,1	7	228	51,95	100
Lagdo - Ngaoundéré	Aster 228	Phlox 94,1	7	228	51,95	472
Garoua - Guider	Aster 228	Phlox 94,1	7	228	51,95	203
Guider - Maroua	Aster 228	Phlox 94,1	7	228	51,95	198

Le tableau 10 résume les résultats des sections, la nature des conducteurs, les nombres d'assiettes de la chaine d'isolateurs et le nombre de pylônes obtenus par l'algorithme génétique pour les différentes lignes du RIN comparés à ceux du réseau existant.

Tableau 10. Comparaison des résultats avec les données du RIN existantes

LIGNES	Section [mm²]		Nature des conducteurs		Nombre de pylônes	
	Existante	AG	Existante	AG	Existant	AG
Lagdo - Garoua I	150	228	Alu-acier	Almélec (Aster)	138	100
Lagdo - Garoua II	150	228	Alu-acier	Almélec (Aster)	137	100
Lagdo - Ngaoundéré	228	228	Almélec (Aster)	Almélec (Aster)	728	478
Garoua - Guider	228	228	Almélec (Aster)	Almélec (Aster)	275	203
Guider - Maroua	228	228	Almélec (Aster)	Almélec (Aster)	269	198

Du tableau 3 au tableau 7, on remarque que les sections et nature des conducteurs obtenues par algorithme génétique sont identiques à celles existantes pour les lignes Lagdo-Ngaoundéré, Garoua-Guider, Guider-Maroua et différentes pour les lignes Lagdo-Garoua I, Lagdo-Garoua II, car les concepteurs du RIN ont optés pour l'aluminium-acier pour les lignes courtes. Néanmoins le dimensionnement de la section des câbles conducteurs reste correct. Par ailleurs, on constate que le nombre de pylônes existant est surdimensionné par rapport au nombre déterminé par algorithme génétique, ceci dû au choix d'une portée assez faible.

3.8. INFLUENCE DES PROBABILITÉS DE CROISEMENT ET DE MUTATION

Dans cette partie, nous allons faire varier les probabilités de croisement et de mutation afin de s'assurer de la qualité optimale des solutions.

3.8.1. INFLUENCE DE LA PROBABILITÉ DE CROISEMENT

Le tableau 11 résume les résultats optimaux des sections de conducteurs, nombres d'assiettes de la chaine d'isolateurs, nombre de pylônes en prenant **P_c=0,7** et **P_c=0,9**.

Tableau 11. Influence des probabilités de croisement P_c=0,7 et P_c=0,9

LIGNES	Section [mm²]		Nb d'assiettes de la chaine d'isol.		Nombre de pylônes	
	P_c=0,7	P_c=0,9	P_c=0,7	P_c=0,9	P_c=0,7	P_c=0,9
Lagdo - Garoua I	173, 78	173, 81	6,29	6,29	99,64	99,64
Lagdo - Garoua II	173, 78	173, 81	6,29	6,29	99,27	99,27
Lagdo - Ngaoundéré	173, 78	173, 81	6,29	6,29	471,38	471,38
Garoua - Guider	212,425	212,422	6,29	6,29	202,24	202,24
Guider - Maroua	212,425	212,422	6,29	6,29	197,62	197,62

On observe que malgré la variation du paramètre de croisement, les résultats ne varient pas, ce qui signifie que ces résultats obtenus sont optimaux, ce qui est en parfait accord avec les propos de [7], [10], [14].

3.8.2. INFLUENCE DE LA PROBABILITÉ DE MUTATION

Le tableau 12 résume les résultats optimaux des sections de conducteurs, nombres d'assiettes de la chaine d'isolateurs, nombre de pylônes en prenant **P_m=0,005** et **P_m=0,007**.

Tableau 12. Influence des probabilités de mutation P_m=0,005 et P_m=0,007

Lignes	Section [mm²]		Nb d'assiettes de la chaine d'isol.		Nombre de pylônes	
	P_m=0,005	P_m=0,007	P_m=0,005	P_m=0,007	P_m=0,005	P_m=0,007
Lagdo - Garoua I	173, 78	173, 81	6,29	6,29	99,64	99,64
Lagdo - Garoua II	173, 78	173, 81	6,29	6,29	99,27	99,27
Lagdo - Ngaoundéré	173, 78	173, 81	6,29	6,29	471,38	471,38
Garoua - Guider	212,425	212,422	6,29	6,29	202,24	202,24
Guider - Maroua	212,425	212,422	6,29	6,29	197,62	197,62

On constate que, tout comme dans le cas de la variation du paramètre de croisement, les résultats ne varient presque pas lorsqu'on varie le paramètre de mutation, ce qui signifie que ces résultats obtenus sont optimaux, ce qui est en accord avec les propos de [7], [10] et [14].

4. CONCLUSION

En somme, il était question dans ce travail de recherche de proposer un programme basé sur une méthode métaheuristique à savoir l'algorithme génétique permettant le choix optimal des éléments entrant dans l'implémentation d'un réseau électrique. Pour y parvenir, nous avons dans un premier temps élaboré une revue de la littérature sur les réseaux électriques, sur les composantes d'une ligne électrique très haute tension, sur les méthodes métaheuristiques. Dans un deuxième temps, nous avons choisi comme matériel d'étude le Réseau Interconnecté Nord Camerounais, et comme méthode métaheuristique l'algorithme génétique; puis nous avons ressorti les fonctions adaptives de chaque dispositif. Par la suite, nous avons élaboré un programme d'optimisation qui prend en compte les fonctions adaptatives de chaque élément du réseau (conducteurs, isolateurs, pylônes), les caractéristiques du réseau ainsi que les paramètres d'algorithme génétique que nous avons fixé. Enfin, nous avons simulé notre programme sur le logiciel MATLAB en faisant varier les paramètres de croisement et de mutation et de croisement. Les résultats nous donnent la section des conducteurs adéquats pour chaque ligne, une chute de tension acceptable, ainsi que le nombre d'assiettes de la chaine d'isolateurs et le nombre total de pylônes pour chaque ligne. Ainsi, on peut conclure que les résultats nous donnent les meilleurs dispositifs pour l'implantation du RIN du fait qu'ils restent constants malgré les variations des paramètres de croisement et de mutation.

REFERENCES

[1] B.Hadji, Contribution à l'amélioration de l'efficacité des réseaux électriques par l'intégration et le contrôle flexible de l'énergie éolienne et des systèmes FACTS, Thèse de Doctorat en Génie Electrique, Université Mohamed Khider-Biskra, Algérie, p.99-165, 2017.

[2] Tran-Quoc, *Modélisation et amélioration des performances des réseaux électriques,* Habilitation à diriger les recherches, institut national polytechnique de Grenoble, France, p.100-107, 2000.

[3] Mezaache M, *Contribution à l'étude du choix optimal de l'emplacement du dispositif UPFC dans les réseaux électriques en utilisant une des méthodes artificielles*, Thèse de doctorat, Université de Batna 2, p.99-104, 2016.

[4] Bansal, "*Optimization methods for electric power systems: An overview*", International Journal of Emerging Electric Power Systems, Vol 2, Issue 1, 2005.

[5] A. Gherboudj. (2013), *Méthodes de résolution de problèmes difficiles académiques*, Thèse de doctorat, Faculté des Technologies de l'Information et de la Communication, Algérie, p.200-216 p, 2013.

[6] M. Bougue, *Calcul d'une liaison aérienne, Transport et distribution de l'énergie électrique,* Manuel de travaux pratiques, p.40-46, 2006.

[7] M. Madeca, *Etudes techniques d'alimentation de postes HTA/BTA sur portique dans la ville de Ouagadougou: cas du poste 122 à NONSIN*, mémoire ingénieur, Institut International d'Ingénierie, Burkina Faso, p.25-30, 2019.

[8] V. Tefeguim, *Etude de la construction d'une ligne électrique haute tension 90 kV PA-WONA*, Mémoire de Master en ingénierie de l'eau et de l'environnement, Institut international d'Ingénierie 2IE, p.50-53, 2014.

[9] D. Houssamatou, *Etude de la construction d'une ligne haute tension catégorie A (20 kV) et la conception d'un Réseau HTA/BT pour l'alimentation en énergie Électrique de la cité Maourey,* mémoire ingénieur, Institut International d'Ingénierie, Burkina Faso, p.45-93, 2018.

[10] Taouche R, *Prévision du comportement mécanique d'alliages biphasés par algorithmes génétiques et réseaux des neurones: Application aux systèmes WC-Co,* Thèse de Doctorat en Sciences, Université de Mentouri de Constantine, Algérie, p.55-64, 2010.

[11] I. Chiali, *Détection multi-utilisateurs MUD dans un système multi-antennes et à modulation multi-porteuses MIMO-OFDM par des approches métaheuristiques*, Thèse de Doctorat, Université Aboubakr Belkaïd-Tlemcen, p.77-83, 2017.

[12] *Conducteurs pour lignes aériennes-conducteurs à brins circulaires, câblés en couche concentriques*, NF EN 50182, 2001.

[13] S. Hadi, *Analyse de la stabilité des pylônes à treillis*, mémoire de master, Université Badji Mokhtar-Annaba, p.88-94, 2016.

[14] H. Alkhatib, *Etude de la stabilité aux petites perturbations dans les grands réseaux électriques: optimisation de la régulation par une méthode métaheuristique*, Thèse de Doctorat en Génie Electrique, Université Paul Cézanne d'Aix-Marseille III, France, 2008.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 720-733
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Impacts des pertes diélectriques dues au vieillissement de l'isolation papier/huile contenue dans les transformateurs sur le rendement énergétique du réseau électrique en Côte d'Ivoire

[Impacts of dielectric losses due to the aging of the paper/oil insulation contained in the transformers on the energy efficiency of the power grid in Côte d'Ivoire]

Gnoléba Célestin Bogui[1], Amidou Betie[2], and Zié Yeo[3]

UMRI Génie Electricité et Electronique Appliquée, Institut National Polytechnique Houphouët Boigny (INP-HB), BP 1093 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Electricity is missing or even unavailable in many localities in our country; while we have many power plants with large capacities (powers).This is partly due to energy losses in the networks. The transformers that are the essential components in the transmission and distribution of electrical energy have an aging population. The degradation of their paper/oil insulation system in the active part is the main cause. The dielectric losses in transformers due to this degradation (aging) are not taken into account in determining the efficiency of transformers. This paper shows that the dielectric losses in oil-impregnated paper-insulated transformers are becoming more and more important and are not to be neglected in the calculation of the efficiency of transformers due to their large number in electrical networks. With the help of DIRANA (Dielectric Analyzer), we made direct measurements of the dissipation factor and the capacity of the paper/oil insulation on real transformers in service in the electrical network in Côte d'Ivoire. In the following we calculated the dielectric power losses.

KEYWORDS: Transformer, dielectric losses, dissipation factor, capacitance, insulation.

RESUME: L'électricité est manquante voir indisponible dans nombre de localités de notre pays; alors que nous avons beaucoup de centrales électriques de grandes capacités (puissances). Cela est dû en partie aux pertes d'énergies dans les réseaux. Les transformateurs qui sont les composants essentiels dans la transmission et la distribution de l'énergie électrique ont une population vieillissante. La dégradation de leur système d'isolation papier/ huile dans la partie active en est la principale cause. Les pertes diélectriques dans les transformateurs dues à cette dégradation (vieillissement) sont passées sous silence dans la détermination du rendement de ceux-ci. Cet article montre que les pertes diélectriques dans les transformateurs à isolation papier imprégné d'huile sont de plus en plus importantes et ne sont pas à négliger dans le calcul du rendement des transformateurs compte tenu de leur grand nombre dans les réseaux électriques. A l'aide du DIRANA (Analyseur Diélectrique), nous avons fait des mesures directes du facteur de dissipation et de la capacité de l'isolation papier/ huile sur des transformateurs réels en service dans le réseau électrique en Côte d'Ivoire. Dans la suite nous avons calculé les pertes de puissance diélectrique.

MOTS-CLEFS: Transformateur, pertes diélectriques, facteur de dissipation, capacité, isolation.

Corresponding Author: Gnoléba Célestin Bogui

1. INTRODUCTION

1.1. PLACE DU TRANSFORMATEUR DANS LE RESEAU ELECTRIQUE

De la centrale d'énergie jusqu'à la consommation de l'électricité résidentielle, commerciale et industrielle, il existe tout un réseau de transport constitué d'une variété de composantes. Parmi ces équipements, il y a le transformateur qui est l'équipement le plus onéreux. Un transformateur de puissance est le dispositif qui transfère l'énergie à travers le réseau électrique avec différents niveaux de tension. Il existe à la fois des transformateurs de puissance élévateurs et des transformateurs de puissance abaisseurs. Il s'agit d'un composant très coûteux dans un système électrique et doit être maintenu en bon état pour fonctionner au niveau optimal [1]. Ils reçoivent l'énergie, la transforment (en passant d'un niveau de tension à un autre) et la répartissent (en assurant la jonction des différents réseaux électriques). La figure 1 donne l'exemple d'un réseau électrique.

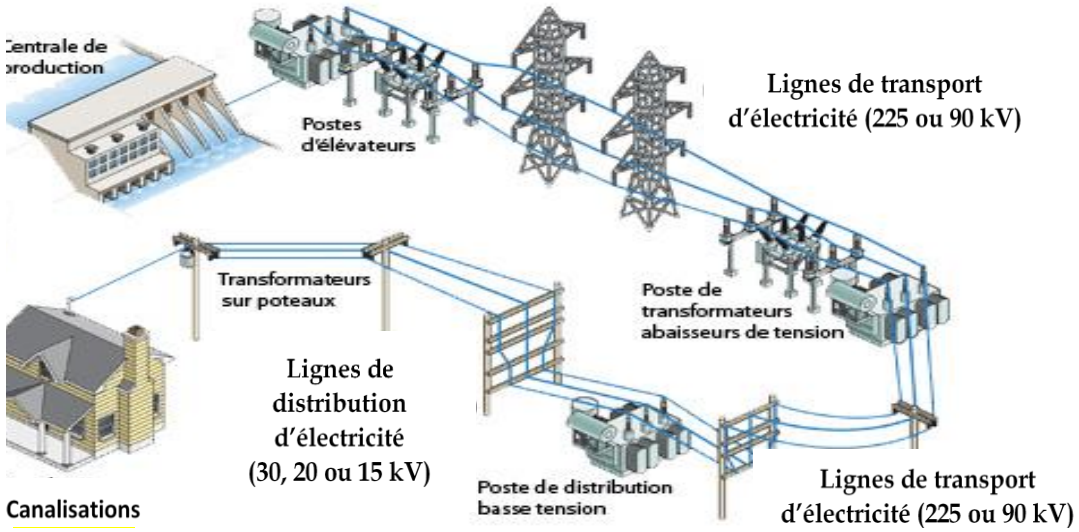


Fig. 1. Exemple de réseau électrique

1.2. PERTE D'ENERGIE DANS LE RESEAU ELECTRIQUE

Les pertes d'énergie électrique dans le monde sont estimées pour les pays: [2].

- développés: taux de pertes moyen d'environ 7%.
- pays émergents, Inde, Brésil ont respectivement 27% et 16% de pertes.
- sous-développés: pertes sont comprises entre 25 et 50%.

Le sujet de la perte continue d'être un sujet de grand intérêt. En 2018, seulement environ 80,3% de l'énergie produite dans les centrales électriques en Côte d'Ivoire était effectivement distribuée au consommateur [3]. Les 19,7% restants de l'énergie sont perdues dans le réseau de transport et de distribution [4]. Le flux d'énergie dans un réseau électrique est schématisé comme indiqué à la figure 2.

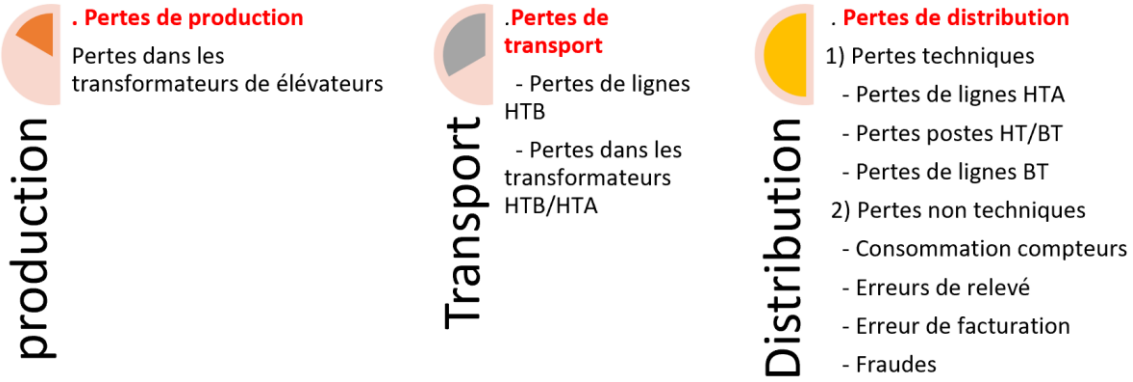


Fig. 2. Schéma montrant le flux de pertes dans un réseau électrique

Les pertes techniques restent une préoccupation grandissante pour l'ensemble des producteurs et distributeurs d'énergie. Globalement, les pertes techniques varient largement d'un pays à l'autre, selon les caractéristiques du réseau.

1.3. PERTES ELECTRIQUES AU NIVEAU DES TRANSFORMATEURS

Dans toute machine électrique, la «perte» peut être définie comme la différence entre la puissance d'entrée et la puissance de sortie. De nos jours, les transformateurs de puissance électrique ont une efficacité comprise entre 95% et 98% [5]. Malgré cela, ils sont responsables d'environ 16 à 40% des pertes moyennes dans le réseau électrique [6]. Ces pertes sont une conséquence du grand nombre de transformateurs installés [5], entre autres facteurs. On estime qu'il y a environ 10 milles transformateurs de distribution en service en Côte d'Ivoire. Les pertes fer, les pertes joule, les pertes errantes (parasites) et les pertes diélectriques sont les types de pertes dans le transformateur [7].

Dans cette étude, nous nous intéressons particulièrement aux pertes d'énergie (puissance) dans le système d'isolation papier/huile du transformateur de puissance lorsque celui-ci est en service.

1.4. PERTES DIELECTRIQUES DANS LES TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE

1.4.1. DEFINITION

Les pertes diélectriques correspondent à de l'énergie dissipée dans un diélectrique quand ce dernier est soumis à un champ électrique extérieur [8]. Ainsi, quand un champ électrique est appliqué au diélectrique, la polarisation ne suit pas ce champ de manière instantanée: ceci traduit une absorption d'énergie par le diélectrique, équivalente au travail nécessaire pour déplacer ou induire les dipôles et pour déplacer les charges libres. Le cas d'école, correspondant à la situation fréquente de l'application d'une tension sinusoïdale à un système d'isolation, est celui d'un champ extérieur qui varie de façon sinusoïdale avec une pulsation ω: on remarque alors l'existence d'une composante du courant à travers le diélectrique en phase avec le champ (à la différence de la composante de déplacement, qui est, elle, en quadrature avec le champ). L'existence de la composante du courant en phase avec le champ traduit ainsi les pertes diélectriques [8], [9]. Les décharges partielles peuvent contribuer à l'augmentation des pertes diélectriques dans une isolation vieillie thermiquement [10].

1.4.2. EXPRESSION DES PERTES DIELECTRIQUES DANS LE TRANSFORMATEUR

Les pertes de puissance totales dans le diélectrique, par unité de volume, correspondent à la somme des pertes: pertes par hystérésis et pertes par conduction [9].

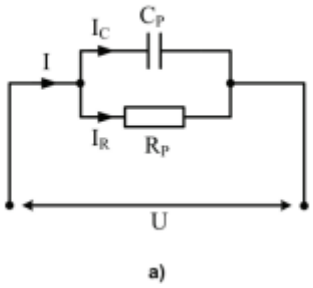
$$P_d = P_h + P_C \quad (1)$$

Avec $P_h = \omega . \varepsilon'' E_{eff}^2 = \omega . \varepsilon_0 \varepsilon_r'' E_{eff}^2$ (2)

Et $P_C = \sigma . E_{eff}^2$ (3)

Donc $P_d = (\omega . \varepsilon_0 \varepsilon_r'' + \sigma) . E_{eff}^2$ (4)

Généralement, les pertes diélectriques dans l'isolation peuvent être représentées par une résistance parallèle (Rp). Ce modèle de circuit équivalent est représenté sur la figure 3 où la résistance Rp, représente les pertes diélectriques basées sur la conductivité, la charge d'espace et la polarisation de la formation de dipôles, et la capacité Cp, représente les éléments capacitifs de l'isolation [11].



a)

Fig. 3. Circuit parallèle (A) et série (B) équivalent d'une isolation haute tension

Par ailleurs, Selon J.C. BUBOIS dans les Propriétés diélectriques des polymères [12] pour un condensateur imparfait la densité de courant est donnée par:

$$\boldsymbol{J}(\omega) = [\sigma_C + \omega\varepsilon''(\omega) + j\omega\varepsilon'(\omega)]E\ (\omega) \quad (5)$$

En posant $\boldsymbol{J}(\omega) = \frac{\boldsymbol{I}\ (\omega)}{A}$ et $\boldsymbol{E}(\omega) = \frac{\boldsymbol{U}\ (\omega)}{d}$ et $C_0 = \frac{\varepsilon_0 . A}{d}$

On obtient la relation:

$$\boldsymbol{I}(\boldsymbol{\omega}) = \omega C_0 \left[\frac{\sigma_C}{\omega\varepsilon_0} + \varepsilon''(\omega) + j\varepsilon'(\omega)\right] \boldsymbol{U}\ (\boldsymbol{\omega}) \quad (6)$$

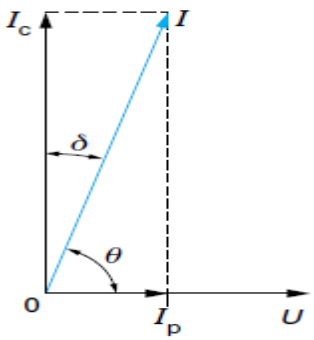
Le courant de fuite traversant le diélectrique est la somme:

Du courant de charge $\boldsymbol{I_C} = j\omega C_0 \varepsilon'(\omega) \boldsymbol{U}\ (\boldsymbol{\omega})$ (7)

Et du courant de pertes d'énergie dans le diélectrique (dues à la polarisation).

$$\boldsymbol{I_P} = \omega C_0 \left[\frac{\sigma_C}{\omega\varepsilon_0} + \varepsilon''(\omega)\right] \boldsymbol{U}\ (\boldsymbol{\omega}) \quad (8)$$

Dans le diagramme de Fresnel (figure le courant alternatif complexe $\boldsymbol{I}$ résultant de l'application de la tension alternative complexe $\boldsymbol{U}$ aux bornes du condensateur plan rempli de diélectrique contient deux composantes: $\boldsymbol{I} = \boldsymbol{I_C} + \boldsymbol{I_P}$ (9)



$\boldsymbol{I}(A) : courant\ résultant\ de\ fuite$
$\boldsymbol{I_C}(A) : courant\ de\ charge$
$\boldsymbol{I_P}(A) : courant\ de\ perte$
$\boldsymbol{U}(V) : tension$
$\delta(rad) : angle\ de\ perte$
$\theta(rad) : angle\ de\ phase$

Fig. 4. Diagramme de Fresnel pour un condensateur contenant un diélectrique imparfait

Dans un condensateur parfait, on obtiendrait un déphasage de 90° entre le courant **I** et la tension **U**. Selon l'équation, on constate que le déphasage entre **I** et **U** n'est pas exactement de 90°, mais plutôt de 90 - δ,

où: L'angle $\delta = \frac{\pi}{2} - \theta$ est appelé angle de pertes diélectriques.

La tangente de l'angle de pertes, $tan\delta$, est donnée par:

$$tan\delta = \frac{|I_P|}{|I_C|} \quad (10)$$

On a finalement le facteur de dissipation sous la forme:

$$tan\delta = \frac{\frac{\sigma_C}{\omega\varepsilon_0} + \varepsilon''(\omega)}{\varepsilon'(\omega)} \quad (11)$$

La tangente de perte regroupe donc toutes les pertes diélectriques et conductrices. Les pertes dues à la relaxation dipolaire deviennent importantes à mesure que la fréquence du signal imposé augmente. L'équation indique également que les pertes par conduction en courant continu sont plus importantes lorsque la fréquence diminue.

Il en résulte que pour l'expression de la puissance diélectrique par unité de volume, on peut l'écrire sous la forme suivante [13]:

$$P_d = U^2\omega C.tan\delta \quad (12)$$

Dans l'expression de la puissance diélectrique, nous avons le facteur de perte $tan\delta$ qui est une fonction de la qualité du diélectrique. Ainsi la puissance diélectrique augmenterait proportionnellement au facteur de perte. Le vieillissement et la décomposition de l'isolation, ou la pénétration d'eau, augmentent la quantité d'énergie sous forme de chaleur dans l'isolation [5]. Nous montrerons ce fait par la mesure directe de $tan\delta$ et des autres paramètres (la capacitance du diélectrique).

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. MATERIELS EXPERIMENTAUX

Les mesures sont effectuées en fonction de la teneur en humidité, du vieillissement du système d'isolation papier/huile et de la température. Les investigations sur les objets de test sont effectuées sur des transformateurs de puissance neufs et âgés.

2.1.1. TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE

Compte tenu de la disponibilité et des séances de mesures, nous avons fait des mesures sur dix (10) transformateurs appartenant à des services publics. Il s'agit de la CIE (Compagnie Ivoirienne d'Electricité). Des mesures ont été effectuées sur plusieurs unités identiques. Les transformateurs neufs et vieillis en service étudiés dans ce travail sont répertoriés dans les tableaux 1 et 2. Nous avons pris quelques un des transformateurs étudiés en tenant en compte de leur site d'installation (localité).

Tableau 1. Enquête sur les nouveaux transformateurs

Poste	Description du transformateur	N° de série du transformateur	Année de mise en service
1: YOP2	TFO 90/16,5 kV, 50 MVA	160354	2016
2: Ferké	225/35 kV; 50 MVA	1LIN1860010053	2019
3: Sérébou	225/33 kV; 20 MVA	10112213-9	2019
4: Bondoukou	225/90/15kV; 70 MVA	10112213-2	2019
5: San-pédro	90/15 kV;	50318	2019

Tableau 2. Enquête sur les transformateurs vieillis

Poste	Description du transformateur	N° de série du transformateur	Année de mise en service
1: Kossou usine	17/225 kV; 72 MVA	43572	1972
2: Taabo usine	13,8/225 kV; 82,5 MVA	41ST230872	1978
3: Taabo	225/90 kV; 70 MVA	91873	1980
4: Plateau	90/16,5 kV; 36 MVA	H6815002	1982
5: YOP2	90/16,5 kV; 50 MVA	1LIT03088A	2006

Le transformateur triphasé est isolé avec du papier Kraft cellulosique et de l'huile minérale Nytro Nynas.



Fig. 5. Transformateur 90/30 Kv; 40 MVA a bondoukou installé en 2019 (CIE)

2.1.2. APPAREIL DE MESURES

Pour la mesure de $tan\delta$ et de la capacité C_p, nous utilisons le DIRANA: appareil de mesures diélectriques qui regroupe la spectroscopie dans le domaine fréquentiel (FDS) et le courant de polarisation et de dépolarisation (PDC). Il permet de déterminer la teneur en eau du papier sans recours à un échantillon d'huile. Les mesures sont rapides et fiables.



Fig. 6. Appareil de mesure diélectrique: Le DIRANA (CIE)

2.2. METHODE

Les mesures effectuées avec le DIRANA [14] sont conformes aux normes de sécurité suivantes:

- EN 50191 (VDE 0104) "Mise en œuvre et utilisation des matériels électriques"
- EN 50110-1 (VDE 0105 Partie 100) "Utilisation des installations électriques"
- IEEE 510 "IEEE - Méthodes recommandées pour la sécurité dans les tests sous haute tension et de forte puissance".

La température de l'huile du transformateur est donnée en mesurant la température d'un échantillon d'huile. On mesure le chemin d'isolation principale (H-L) entre les enroulements haute tension et basse tension du transformateur électrique. C'est cette isolation qui donne les meilleures mesures diélectriques.

Les tensions de sortie pour les mesures de la spectroscopie dans le domaine fréquentiel (FDS) et le courant de polarisation et de dépolarisation (PDC) sont respectivement: 100V et 200V à la fréquence 50 Hz.

La quantité principale d'isolation cellulosique et l'huile dans le transformateur se situe entre les enroulements primaires et secondaires. Pour mesurer cette isolation, on raccorde la sortie à l'enroulement haute tension et l'entrée à l'enroulement basse tension. Le facteur de dissipation de l'isolation et la capacité de l'isolation sont mesurés à 50 Hz. Pour les valeurs de la puissance perdue dans le diélectrique, nous avons utilisé l'expression de l'équation (12).

La configuration de mesure est affichée sur la figure 7:

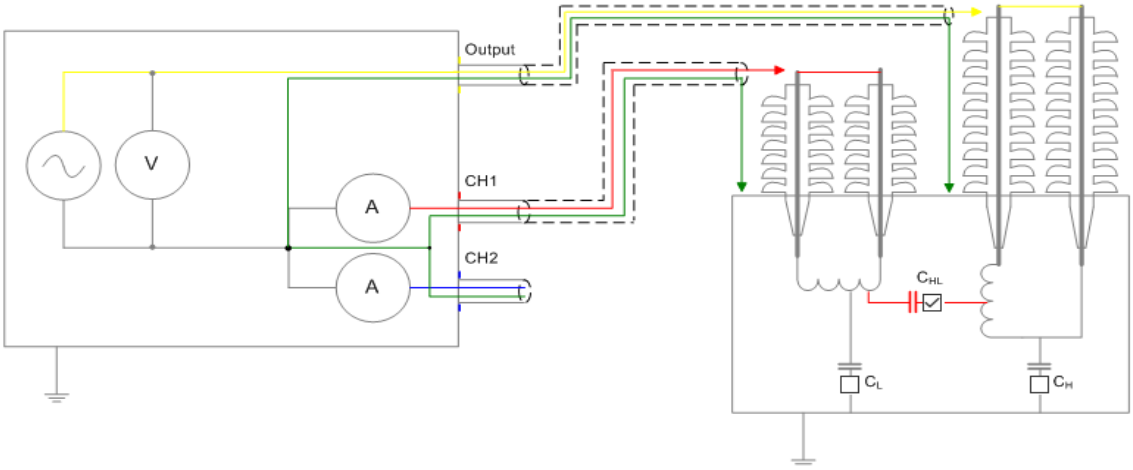


Fig. 7. Schéma de configuration de la mesure

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. PUISSANCE DISSIPEE DANS LE DIELECTRIQUE EN FONCTION DU VIEILLISSEMENT DE L'ISOLATION PAPIER/HUILE DU TRANSFORMATEUR

La mesure du facteur de dissipation $tan\delta$ est faite sur différents transformateurs à 50 Hz selon les différentes contraintes: humidité, température, vieillissement et tension de service. La puissance P_d dissipée dans le diélectrique a été quantifiée pour les différentes valeurs de $tan\delta$. Les résultats sont présentés sur les figures ci-dessous.

Pour l'étude du vieillissement du système d'isolation papier/huile, nous exploitons des mesures faites sur trois types de transformateurs en service dont la durée de vieillissement du papier/huile est de zéro (0), deux (2) et dix (10) ans. Pour ces mesures, nous faisons varier la température pour un taux d'humidité égal à 1,2% à une fréquence de 50 Hz pour des transformateurs de 225/33 kV à 50 MVA. Nous faisons varier le taux d'humidité pour une température constante. Nous obtenons les figures suivantes montrant les variations du facteur de dissipation et des pertes de puissance diélectriques dans les transformateurs en fonction de la température, de l'humidité et du vieillissement de l'isolation papier/ huile.

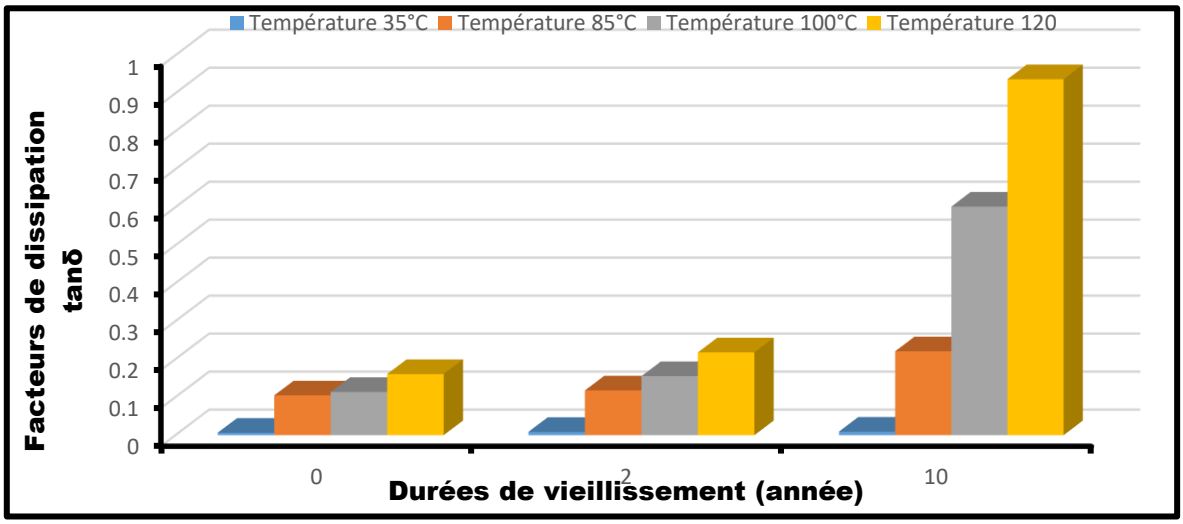


Fig. 8. Effets du vieillissement thermique sur le facteur de dissipation diélectrique

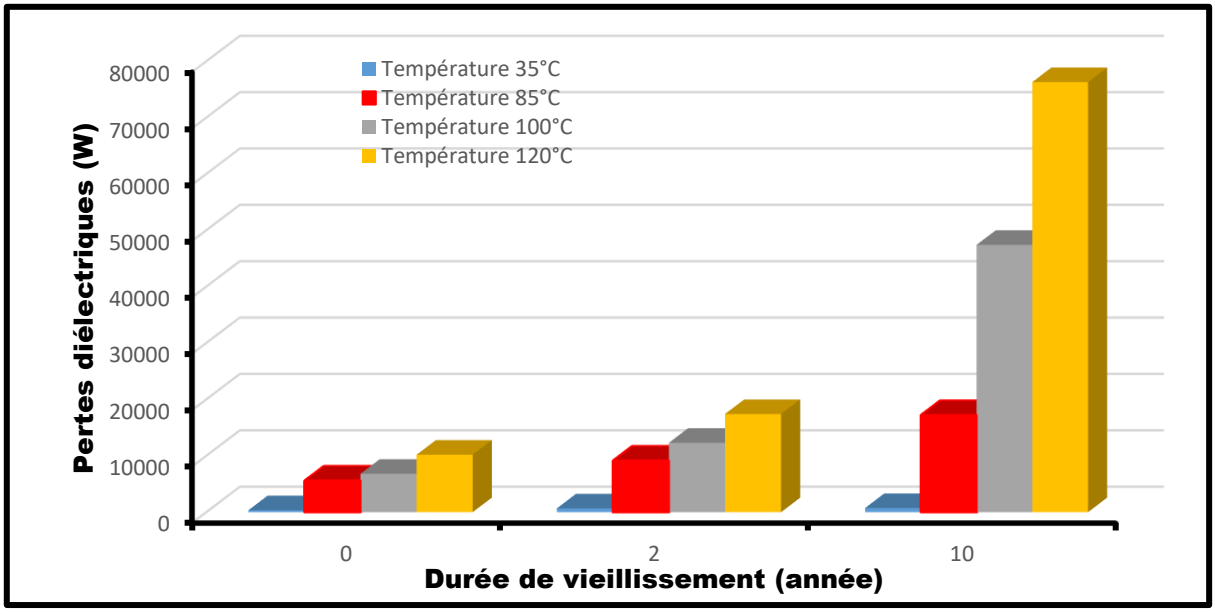


Fig. 9. Effets du vieillissement thermique sur les pertes diélectriques

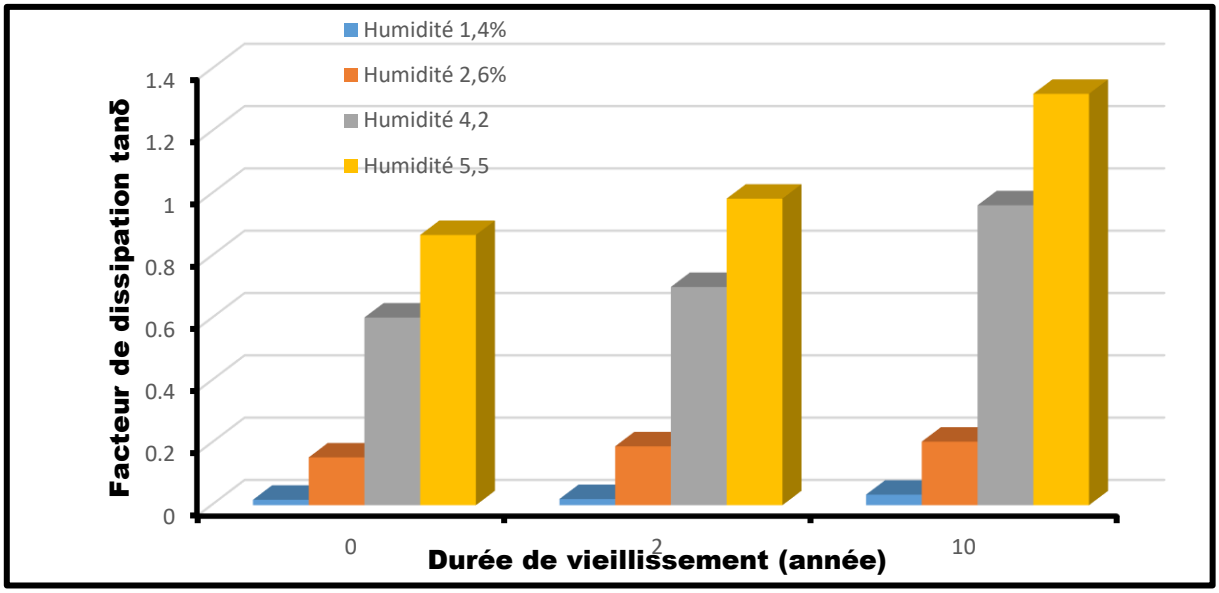


Fig. 10. Effets de l'humidité et du vieillissement sur le facteur de dissipation

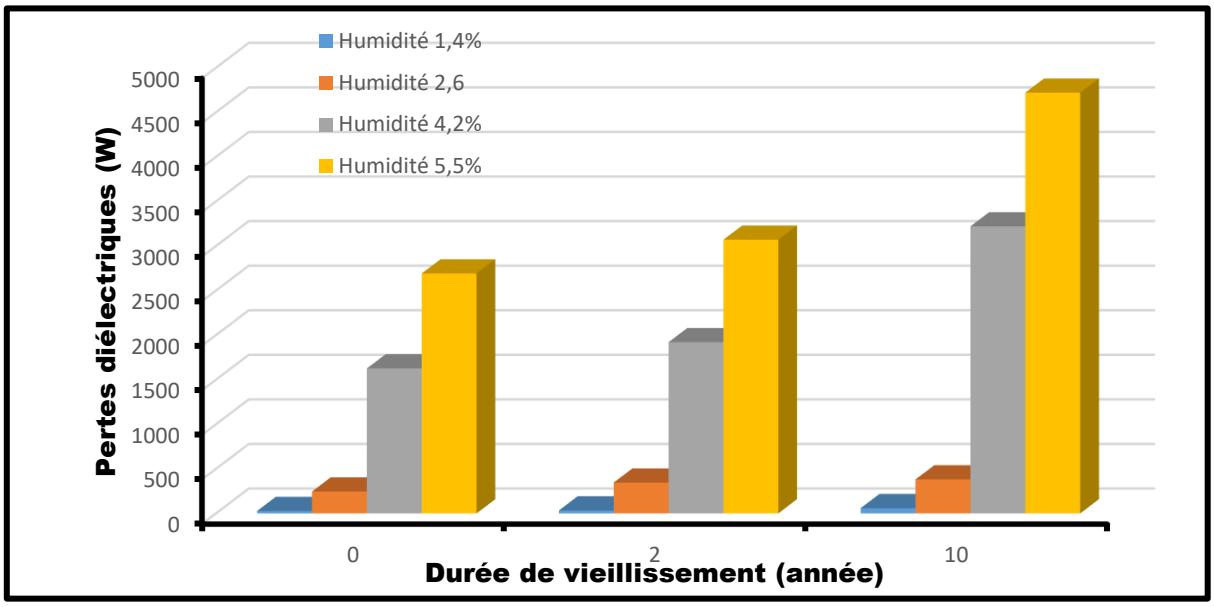


Fig. 11. Effets de l'humidité et du vieillissement sur les pertes diélectriques

Nous constatons sur les figures 8, 9, 10 et 11 que pour tous les temps de vieillissement, le facteur de dissipation et la perte diélectrique augmentent avec la température et du taux d'humidité, surtout pour les températures au-delà de 85°C. Ce comportement peut être assigné à la diminution de la résistivité [15]. La température et l'humidité favorisant le vieillissement provoque plus l'augmentation de pertes diélectriques. En effet, le vieillissement est dû à l'effet combiné de l'humidité et de la chaleur dans le système d'isolation. Donc le vieillissement contribue au phénomène de conduction dans le diélectrique et donc de pertes diélectriques.

3.2. IMPACT DE LA PUISSANCE PERDUE DANS LE DIELECTRIQUE SUR LE RENDEMENT ENERGETIQUE

Nous allons dans ce paragraphe mettre en évidence l'impact des pertes liées à la qualité de l'isolation sur l'efficacité énergétiques des réseaux d'énergie électrique. Pour ce faire, nous allons considérer le cas d'une isolation neuve de 0 an, une isolation vieillie de 2 ans et une isolation vieillie de 10 ans. Nous considérons trois types de transformateurs de avec des tensions différentes dans le réseau. Les résultats des calculs sont reportés dans le tableau ci-après:

Tableau 3. *Tableau de mesures du facteur de dissipation et calcul des pertes diélectriques en fonction des capacités des transformateurs et de la qualité de leur isolation*

Qualité de l'isolation	Transformateur 1: 20 MVA; 36 kV; 3,99 nF; f = 50 Hz			Transformateur 2: 36 MVA; 90 kV; 9,24 nF; f = 50 Hz			Transformateur 3: 50 MVA; 225 kV; 3,35 nF; f = 50 Hz		
	$tan\delta$	P_d	W_p	$tan\delta$	P_d	W_p	$tan\delta$	P_d	W_p
		W	MWh/an		W	MWh/an		W	MWh/an
Neuve: 0 an	0,0164	26,642	0,234	0,0149	350,343	3,071	0,0187	996,326	8,734
Vieillie: 2 ans	0,0575	93,410	0,819	0,0353	830,006	7,276	0,0961	5120,154	44,883
Vieillie: 10 ans	0,238	386,638	3,389	0,236	5549,053	48,643	0,389	20725,705	181,682

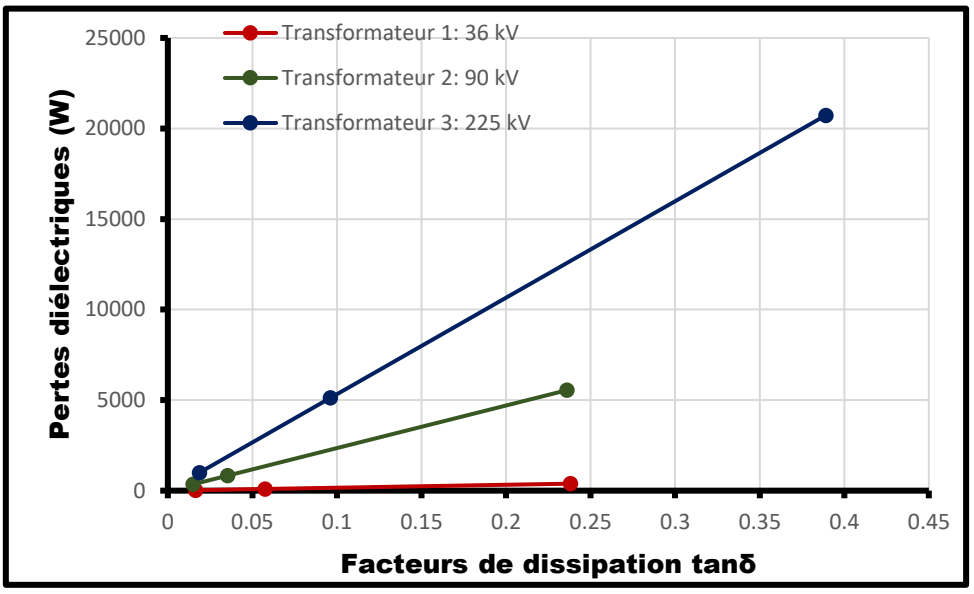


Fig. 12. *Effets du facteur de dissipation sur les pertes diélectriques*

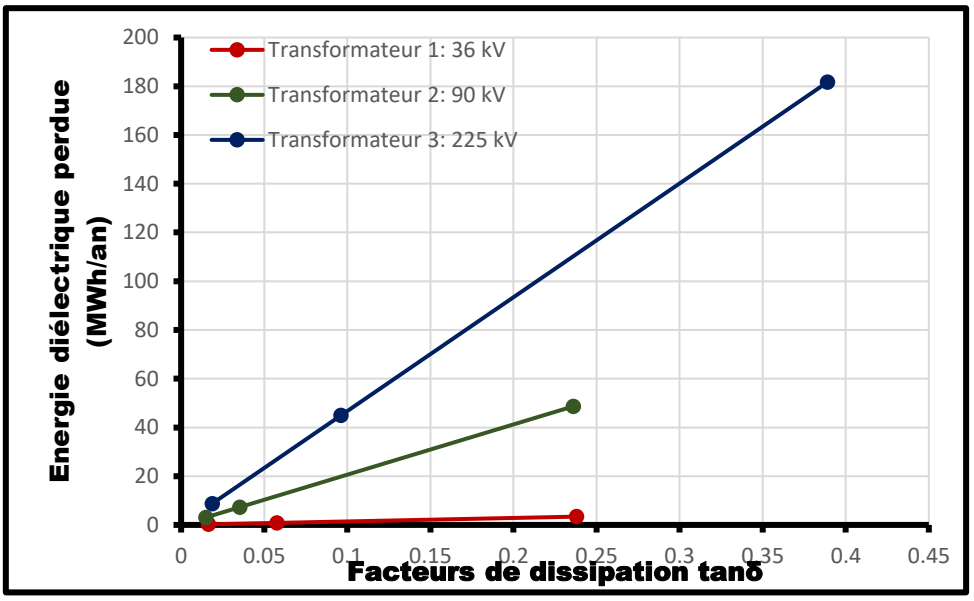


Fig. 13. *Effets du facteur de dissipation sur l'énergie electrique*

Les figures 12 et 13 nous font remarquer que l'augmentation de la puissance dissipée est directement proportionnelle à l'augmentation du facteur de dissipation qui est influencée par la qualité de l'isolation. Avec le niveau de tension qui augmente, nous constatons que les pertes sont plus élevées.

3.3. ÉVOLUTION DE LA PUISSANCE PERDUE DANS LE DIELECTRIQUE PAR RAPPORT AUX PERTES D'ENERGIE DANS LE RESEAU

Dans ce paragraphe, nous allons montrer l'impact des pertes diélectriques sur les pertes de réseaux.

Dans le réseau ivoirien, nous allons calculer la puissance annuelle perdue dans le diélectrique papier/huile des transformateurs selon leur niveau de tension, leur nombre approximatif et leur état de vieillissement.

Tableau 4. Tableau de valeurs des différentes pertes diélectriques dans les transformateurs en fonction de leur niveau de tension et de la qualité de leur isolation dans le réseau électrique ivoirien

Qualité de l'isolation	Transformateurs: 225 kV		Transformateurs: 90 kV		Transformateurs: 33 kV		Transformateurs: 15 kV	
	Puissance annuelle perdue dans le diélectrique (MWh)							
	Perte/transfo	Perte pour 25 transfos	Perte/transfo	Perte pour 129 transfos	Perte/transfo	Perte pour 4919 transfos	Perte/transfo	Perte pour 4118 transfos
Neuve: 0 an	8,734	218,35	3,071	396,159	0,206	1013,314	0,129	531,222
Vieillie: 2 ans	44,883	1122,075	7,276	938,604	1,199	5897,881	0,413	1700,734
Vieillie: 10 ans	181,682	4542,05	48,643	6274,947	7,722	34984,518	1,110	4570,98

Le tableau fait ressortir que la puissance totale perdue dans le diélectrique des transformateurs dans une année (2018) pour le réseau typique de la Cote d'Ivoire comportant près de 9191 transformateurs est reparti comme suit:

- Pour une isolation neuve de quelques mois d'installation est de 2159,045 MWh
- Pour une isolation vieillie de deux (2ans), elle est de 9659,294 MWh;
- Et pour une isolation fortement vieillie de dix ans d'installation, elle est de 50377,495 MWh.

Ces résultats nous montrent que même une isolation neuve génère des pertes diélectriques, qui sont énormes suivant le nombre de transformateurs et de capacités installés. Ces pertes deviennent encore plus importantes quand le système d'isolation des transformateurs est fortement vieilli.

La proportion de l'énergie perdue dans le diélectrique de la partie active des transformateurs par rapport aux pertes totales dans les transformateurs et aussi aux pertes totales dans le réseau est décrit dans la figure ci-dessous.

T.R. Blackbum [5] montre que 35% des pertes dans le réseau sont liées aux transformateurs. En 2018, l'énergie perdue a été de 1826,3 GWh pour une énergie consommée nette de 8841 GWh [16]. Soit 639,205 GWh liées aux transformateurs.

Pour un réseau contenant des transformateurs de puissance dont l'énergie perdue dans le diélectrique est 50,377 GWh, nous avons les proportions comme indiquées sur la figure 18.

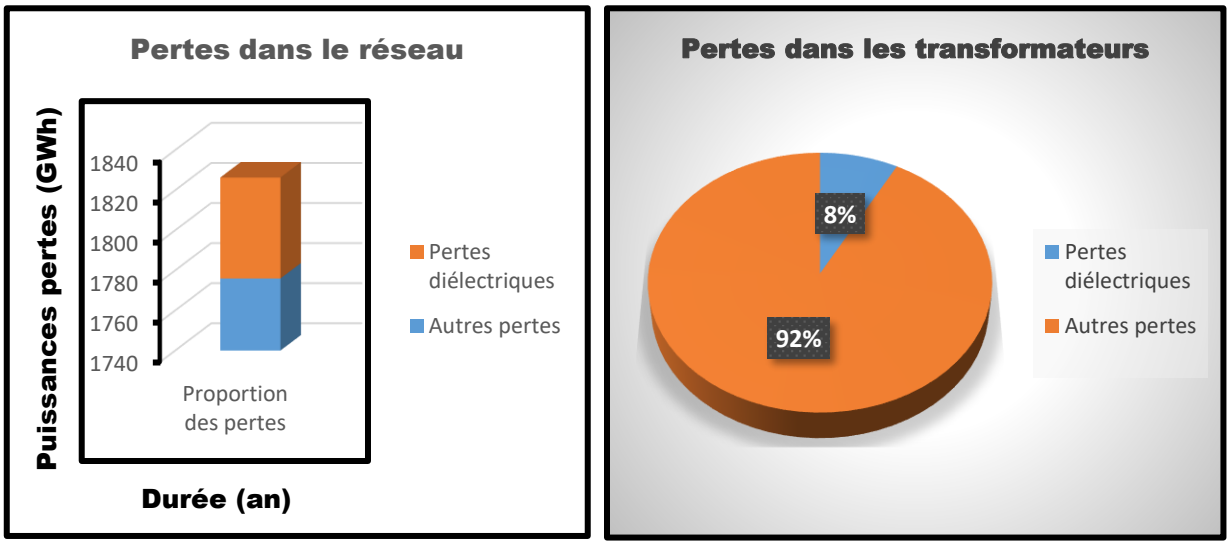


Fig. 14. Impacts des pertes diélectriques par rapport aux autres pertes dans le réseau électrique

Les calculs montrent que 7,88% des pertes dans les transformateurs sont dues aux pertes diélectriques, et que 2,76% des pertes dans le réseau sont dues à ces mêmes pertes.

Par ailleurs, le rendement global du réseau en Côte d'Ivoire en 2018 est de 80,3% [16]. Le rendement cible étant de 86% [16], il y a donc lieu de réduire les pertes, surtout celles dues à la qualité du système d'isolation qui dépendent des conditions d'utilisation. Nous constatons que cette perte d'énergie dans le diélectrique papier-huile des transformateurs a un impact sur le rendement énergétique des transformateurs donc du réseau électrique en Côte d'Ivoire en particulier et dans le monde entier en générale.

Nous voyons que la puissance perdue dans l'isolation papier/huile des transformateurs est à 2,14% des pertes totales dans le réseau électrique en Côte d'Ivoire.

Pour mieux faire ressortir l'impact de l'énergie dissipée dans l'isolation, nous allons la comparer à l'énergie électrique totale consommée par les différentes régions de la Cote d'Ivoire.

Dans cette partie, nous constatons que plus, l'isolation est vieillie et plus la quantité d'énergie perdue due à l'isolation est importante. L'objectif de la CIE (Compagnie Ivoirienne d'Electricité) est d'atteindre un rendement de 86% dans le réseau électrique qui est de 80,3% en 2018 [3], [16]. L'entretien du système d'isolation des transformateurs pourrait aider à atteindre cette cible.

3.4. IMPACT DES PERTES SUR LA PRODUCTION DES GAZ A EFFET DE SERRE

Nous avons pour le même nombre de transformateurs et en se servant des résultats précédents dans le réseau ivoirien évalué la production annuelle de gaz à effet de serre CO_2 (gaz carbonique) causée par les pertes diélectriques. Les résultats sont reportés dans le tableau ci-après. Tout en sachant que pour 1kWh produit, on a 0,29 kg de CO_2 dégagé [5].

Tableau 5. Valeurs de la quantité de gaz carbonique dégagée dans l'atmosphère en fonction des puissances diélectriques perdues dans le réseau électrique ivoirien

Isolation papier/huile	Puissance perdue dans le diélectrique (W)	Énergie perdue dans le diélectrique (MWh/an)	Quantité de gaz carbonique (CO_2) produite/an (kg)
Isolation neuve (3 mois)	246,298	2159,045	626,123
Isolation légèrement vieillie (2 ans)	1101,904	9659,294	2801,195
Isolation fortement vieillies (10 ans)	5746,919	50377,495	14609,474

Les résultats de ce tableau montrent que pour un réseau de transformateurs dont l'isolation est neuve l'énergie perdue fait dégager 626,123 kg de gaz carbonique dans l'atmosphère. Cette quantité de gaz est plus importante pour une isolation fortement vieillie dont la valeur est de 14609,474 kg de CO_2 dégagée dans l'atmosphère dans une année.

3.5. IMPACTES DES PERTES DIELECTRIQUES SUR L'ECONOMIE NATIONALE

En Côte d'Ivoire, le coût des pertes de distribution est de 8,26 FCFA par kWh en 2018 [16]. Le coût des pertes diélectriques dans les transformateurs du réseau de distribution s'élève à près 420000 FCA pour une isolation fortement vieillie dans une année.

L'expérience mondiale montre que dans les services publics présentant un niveau de perte de réseau élevé, 1 $ dépensé pour la réduction des pertes permet d'économiser 10 à 15 $ pour le service public [17], [18].

4. CONCLUSION

Le but de cette étude est de mettre en évidence les pertes de puissance dues au vieillissement de l'isolation papier/huile utilisée dans les transformateurs de puissance. La quantification des pertes électriques a permis de montrer que les pertes dues à la puissance dissipée dans l'isolation ne peuvent pas être négligées. En effet, les calculs font ressortir qu'une isolation papier/huile même neuve, entraine des pertes dans le diélectrique qui prennent une valeur importante lorsque l'isolation est fortement vieillie. Cela nous interpelle à avoir dans le réseau électrique en Côte d'Ivoire et partout dans le monde des transformateurs dont la qualité de l'isolation est acceptable. Compte tenu du nombre important des transformateurs dans les réseaux nationaux, avoir des transformateurs ayant un rendement élevé est signe de réduction des pertes et donc une augmentation substantielle de la capacité des réseaux. En général, lorsqu'on parle de pertes dans les transformateurs, on pense tout de suite aux pertes conventionnelles, mais cette étude a démontré que les pertes dues à la qualité de l'isolation papier/huile influencent très significativement l'efficacité énergétique des réseaux électriques. Sur le plan de l'environnement, nous avons vu que les pertes diélectriques ont aussi un impact sur le dégagement des gaz à effet de serre tel le gaz carbonique. Chaque année les pertes coûtent au contribuable près de 1000 dollars que nous pouvons récupérer en réduisant ces pertes. La puissance dissipée dans l'isolation est fortement influencée par la qualité de l'isolation représentée par le facteur de dissipation diélectrique qui lui est fonction de la température, de l'humidité du vieillissement et le niveau de la tension de service.

REMERCIEMENTS

Nous remercions la Compagnie Ivoirienne d'Electricité (CIE) pour sa collaboration qui nous a permis de faire des mesures et la mise à disposition des données des mesures diélectriques. Les remerciements vont aussi à l'encontre du professeur Zié YEO et des docteurs Amidou Bétié et Sylvestre Janvier N'CHO pour leurs remarques et corrections qui nous ont été utiles tout au long de ce travail.

REFERENCES

[1] O. S. E. Atwa, "Power Transformers Theory Testing and Commissioning," Pract. Power Syst. Prot. Relays Comm., pp. 49–68, 2019.

[2] Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie (IEPF). 'Les pertes techniques dans les réseaux de transport et de distribution de l'électricité'. Les fiches techniques PRISME (Programme International de Soutien à la Maîtrise de l'Énergie), PRISME, 2004.

[3] CIE, "Rapport annuel 2018," 2019.

[4] J. C. Olivares, R. Escarela-Pérez, Y. Liu, J. Driesen, J. M. Cañedo, and P. Moreno, "Reducing losses in distribution transformers," IEEE Trans. Power Deliv., vol. 18, no. 3, pp. 821–826, 2003.

[5] A. Betie, "Impacts de la qualité du système d'isolation sur la condition et l'efficacité des transformateurs de puissance," 2015.

[6] D. Borge-Diez, A. Colmenar-Santos, M. Castro-Gil, and J. Carpio-Ibáñez, "Parallel distribution transformer loss reductions: A proposed method and experimental validation," Int. J. Electr. Power Energy Syst., vol. 49, no. 1, pp. 170–180, 2013.

[7] A. Mohammed Alyousef, H. Sultan Alamry, E. Loxbo, and S. Johansson, "Electrical power transformer Examiner," no. June, 2016.

[8] J. Mijovic and B. D. Fitz, "Dielectric Spectroscopy of Reactive Polymers: Application Note Dielectrics," vol. 2, no. Section 5, 1998.

[9] Y. Hanen, "Matériaux isolants pour appareillages haute tension dans le domaine du courant continu Comportement et vieillissement," 2015.

[10] M. B. Aimed BOUBAKBUR', Yacine MECHERI', "Comportement du polykthylkne soumis," 2000.

[11] C. Kocatepe, C. F. Kumru, R. Ayaz, O. Arikan, and H. Akça, "The influence of voltage and frequency variations on insulation quality of a high voltage cable," IEEE EuroCon 2013, no. July, pp. 964–968, 2013.

[12] J. C. DUBOIS, "Propriétés diélectriques des polymères"Technique de l'ingénieur, traité électronique ; E 1850-3"," Tech. l'Ingénieur, Trait. électronique, 2012.

[13] J. C. Olivares-Galván, R. Escarela-Pérez, P. S. Georgilakis, and E. Campero-Littlewood, "Separation of no-load losses for distribution transformers using experimental methods: Two frequencies and two temperatures," IET Conf. Publ., vol. 2010, no. 572 CP, pp. 1–5, 2010.

[14] DIRANA: Manuel d'utilisation"OMICRON", 2010.

[15] S. Boudraa, "Maintenance des transformateurs de puissance par l'analyse de l'huile - Apport de l'Intelligence artificielle," 2017.

[16] ANARE, "ANARE-CI: Rapport d'activés 2018," 2019.

[17] P. Raesaar, E. Tiigimägi, and J. Valtin, "Strategy for analysis of loss situation and identification of loss sources in electricity distribution networks," Oil Shale, vol. 24, no. 2 SUPPL., pp. 297–307, 2007.

[18] M. Munasinghe and M. Munasinghe, "Engineering—Economic Analysis of Electric Power Systems," Proc. IEEE, vol. 72, no. 4, pp. 424–461, 1984.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 734-744
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Effets de pratiques agroécologiques sur la macrofaune dans les lixisols ferriques en zone Soudano-Sahélienne du Burkina Faso

[Effects of agroecological practices on macrofauna in ferric lixisols in the Sudano-Sahelian area of Burkina Faso]

Bègnileyaon Béatrice Somda[1], Badiori Ouattara[2], Georges Zomboudre[1], Mamoudou Traore[2], Steven Vanek[3], Roger Kabore[5], Clarisse Diasso[6], Hassan Bismarck Nacro[6], and P. Michel Sedogo[2]

[1]Département Gestion des Ressources Naturelles et Systèmes de Production, Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (CNRST, INERA), BP 208 Fada N'Gourma, Burkina Faso

[2]Département Gestion des Ressources Naturelles et Systèmes de Production, Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (CNRST, INERA), 01 BP 476 Ouagadougou 01, Burkina Faso

[3]Depatment of Soil and Crop Sciences, Colorado State University, Colorado, USA

[4]Association Minim Song Panga (AMSP), BP 268 Kaya, Burkina Faso

[5]Association Nourrir Sans Détruire, BP 9360 Ouagadougou, Burkina Faso

[6]Laboratoire d'étude et de recherche sur la fertilité du sol, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Due to its multiple functions, soil macrofauna plays a major role in the functioning of agroecosystems. However, its abundance and diversity can be influenced by various human activities such as agricultural practices. This study, initiated on ferric lixisols in the Sudano-Sahelian zone of Burkina Faso, aims to evaluate the effects of four agroecological practices on soil macrofauna. So, forty farmers' plots were sampled, based on a typology of cropping practices, associating water and soil conservation techniques (stone barriers) with generalized or localized (zaï) application of organic matter. Generalized input of organic matter is combined with mineral fertilization by microdose or not and localized input is combined with crop rotation or not. Macrofauna was collected, sixty days after sowing, using the monolith method. Three (3) monoliths were collected per plot. Manually sorted macrofauna was identified in the laboratory. The results allowed that thirty-six (36) families were identified whom the best abundant are: Termitidae (35 %), Formicidae (18 %) and Iulidae (7.7 %). Functionally, saprophages constitute 61.4 % of the population against 16.6 % of phytophagous, 13.9% of predators and 7.6 % of geophagous. Agroecological practices with uniform application of organic manure yielded the highest number of invertebrates (62.2 %) compared to localized application (37.8 %). The use of organic manure as an agroecological practice allows for better colonization of the soil by living organisms, provided that it is evenly distributed throughout the plot.

KEYWORDS: Soil biology, stone barriers, zaï, organic manure, microdose.

RESUME: De par ses multiples fonctions, la macrofaune du sol joue un rôle prépondérant dans le fonctionnement des agroécosystèmes. Toutefois, son abondance et sa diversité peuvent être influencées par diverses activités humaines telles que les pratiques agricoles. Cette étude initiée sur des lixisols ferriques en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso, vise à évaluer

les effets de quatre pratiques agroécologiques sur la macrofaune du sol. Pour ce faire, quarante parcelles paysannes ont été échantillonnées, à partir d'une typologie de pratiques culturales, associant une technique de conservation des eaux et des sols (cordons pierreux) à l'application généralisée ou localisée (zaï) de matière organique. L'apport généralisé de matière organique est combiné à la fertilisation minérale par microdose ou non, et celui localisé à la rotation culturale ou non. La macrofaune a été inventoriée soixante jours après semis, selon la méthode des monolithes. Trois (3) monolithes par parcelle ont été prélevés. La macrofaune manuellement triée, a été identifiée au laboratoire. Les résultats ont permis de recenser trente-six (36) familles dont les plus abondantes sont: *Termitidae (35%), Formicidae* (18%), *Iulidae (7,7%).* Sur le plan fonctionnel, les saprophages constituent 61,4% de la population, contre 16,6% de phytophages, 13,9% de prédateurs et 7,6% de géophages. Les pratiques agroécologiques avec un épandage uniforme de la fumure organique, ont donné le plus grand nombre d'invertébrés (62,2%), comparativement à l'application localisée (37,8%). L'utilisation de la matière organique comme pratique agroécologique permet une meilleure colonisation du sol par les organismes vivants, à condition qu'elle soit répartie uniformément sur la parcelle.

MOTS-CLEFS: Biologie du sol, cordons pierreux, zaï, matière organique, microdose.

1 INTRODUCTION

La macrofaune du sol constitue une composante essentielle pour le fonctionnement biologique des sols [1], le maintien et l'amélioration de la fertilité du sol. En effet, elle participe activement à l'organisation physico-chimique des constituants du sol et au maintien des propriétés édaphiques. Ces rôles sont perçus à travers ses effets sur la décomposition de la matière organique, la concentration et le stockage des nutriments, la redistribution des constituants organo-minéraux du sol, et aussi par l'élaboration de structures physiques comme les galeries et les agrégats [2]. Les macroorganismes interviennent ainsi dans l'amélioration des caractéristiques aussi bien physiques que chimiques du sol, de par leurs fonctions complémentaires de fragmentation de débris végétaux, de creusage de galeries, d'incorporation de matière organique dans les horizons minéraux du sol [3].

Aussi, de nombreux auteurs ont-ils montré l'importance de la macrofaune dans le fonctionnement du sol. Certains ont relevé notamment que certaines espèces comme les fourmis, les termites et les vers de terre, sont très actives dans la dégradation de la matière organique [4]. De même, ces invertébrés remanient de grandes quantités de sol [5]. Ils contribuent ainsi à rendre plus disponibles les éléments nutritifs tels que l'azote et le phosphore [6], [7], [8]. D'autres études ont montré que les pratiques culturales ont une influence sur la diversité, la densité et l'activité de la macrofaune du sol. En effet, comparant des pratiques agricoles sur la production de tomate, [9] ont observé une augmentation de la population de vers de terre avec l'utilisation de la matière organique seule (compost, fumier de bovin, fumier de porcs) ou combinée à des insecticides et une baisse de la population de termites sur les parcelles avec insecticides. [10] ont fait les mêmes observations sur la macrofaune totale en culture de sésame.

Du fait de leurs actions diverses, ces invertébrés jouent un rôle inestimable dans la production primaire [2], [9], [10], [11]. L'effet de la faune du sol sur la production primaire peut être expliqué par ses effets sur les fonctions de recyclage, de nutriments, d'amélioration et d'entretien de la structure du sol, de contrôle des bio agresseurs, de soutien de la biodiversité [8]. Le maintien d'une activité biologique importante et diversifiée dans les écosystèmes, principalement dans les sols, s'avère alors essentiel [12].

Toutefois, il a été démontré que les activités humaines impactent négativement ou positivement sur ces êtres vivants [9], [10]. Leur abondance varie non seulement en fonction de la qualité du sol, mais aussi des activités anthropiques telles que le défrichement, le surpâturage, les feux de brousse, la pollution etc. [11]. En effet, la mise en culture des sols a toujours des effets destructeurs sur les organismes du sol, en entrainant une baisse de la biodiversité [13], ce qui n'est pas sans conséquences sur le sol et la végétation.

La plupart des sols du Burkina Faso sont sous culture depuis des décennies avec beaucoup de pression, et cela a probablement eu des effets sur la biodiversité. Au regard de la baisse continuelle de la fertilité des sols et de la production agricole, des producteurs se sont engagés dans des pratiques diverses associant l'utilisation de la matière organique, le mode d'apport de cette matière organique et le type de travail du sol, pour maintenir ou améliorer la santé des sols. Ces différents modes de gestion des sols impactent vraisemblablement la composition et l'abondance des organismes du sol [14]. La présente étude a pour objectif d'évaluer les effets de quatre pratiques agroécologiques sur l'abondance relative, la densité et la diversité

de la macrofaune du sol, dans une zone où les sols sont plus ou moins dégradés, et où on enregistre une variabilité spatio-temporelle importante des pluies.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 DESCRIPTION DES SITES D'ÉTUDE

L'étude a été conduite dans la zone soudano-sahélienne du Burkina Faso, en particulier sur les sites de Bilanga (12°33'00" Nord; 0°02'00"Ouest) et Gayéri (12° 39' Nord; 0° 29' Est) localisés dans la région de l'Est, ceux de Korsimoro (13° 22' 00" Nord; 0° 01' 07" Ouest) et Andemtenga (12° 19'37.2" Nord; 0° 18' 36" Ouest) dans les régions du Centre-Nord et du Centre-Est respectivement.

C'est une zone caractérisée par une longue saison sèche allant du mois d'octobre au mois de mai, et une saison humide de juin à septembre [15]. Les précipitations moyennes annuelles sur la dernière décennie sont situées entre les isohyètes 694 mm et 855 mm.

Les sols sont en majorité de types ferrugineux tropicaux [16], s'apparentant aux lixisols ferriques selon la classification de la « World Reference Base (WRB) for soil resources » des sols [17].

Les sites ont été choisis sur la base de facteurs communs qui sont la faible pluviosité, la pauvreté des sols et leur dégradation par des facteurs défavorables naturels et/ou anthropiques [15].

2.2 DISPOSITIF DE RECHERCHE

Le dispositif de recherche est du type blocs dispersés. Chaque producteur y constitue une répétition, et a mis en œuvre une pratique agroécologique. Ce dispositif comprend quatre traitements:

- Apport généralisé de la matière organique sur la parcelle à raison de 14 charrettes de compost par hectare soit environ 2,5 tonnes par hectare en moyenne, et son enfouissement au sol à l'aide d'un labour en billons (FO),
- Apport généralisé de la matière organique avec une quantité moyenne de 2,5 tonnes par hectare, enfouie au sol à l'aide d'un labour en billons. Cette matière organique est associée à l'apport d'engrais minéral en microdose à raison de 2 g de l'engrais composé NPK (14-23-14-6B-1S) par poquet aux pieds des plantes, 10 jours après semis (FO + MD);
- Apport localisé de la matière organique dans des trous de zaï. Le zaï est une sorte de cuvette de 10-15 cm de profondeur et de 25-40 cm de diamètre, dans lequel la matière organique est apportée, à raison de deux poignées par trou correspondant à environ 2,5 tonnes par hectare (Zaï);
- Apport localisé de la matière organique dans des trous de zaï, associé la rotation annuelle céréales-légumineuses (Zaï + Rotation), où la matière organique est apportée à 2,5 tonnes par hectare. Les trous de zaï correspondent aux poquets de semis.

Les caractéristiques des matières organiques utilisées en fonction des pratiques sont consignées dans le tableau 1. Ces matières comprennent du fumier et des composts mal décomposés.

Tableau 1. Caractéristiques chimiques des matières organiques utilisées

Pratique	C/N	Calcium total (mg/kg)	COT(%)	MO(%)	Mg(mg/kg)	Nt(%)	Pt(mg/kg)	Kt(mg/kg)	pHeau
FO	24,9	2682	11,5	19,8	1142	0,463	490,7	2425	7,7
FO + MD	25,7	3533	15,0	25,8	1260	0,645	1326,3	7239	8,1
Zaï	19,9	5198	16,1	27,6	1517	0,814	1403,0	7441	8,3
Zaï + Rot	19,9	2979	9,3	16,0	918	0,459	775,8	3915	8,0
F pr	**0,343**	**0,634**	**0,259**	**0,259**	**0,308**	**0,245**	**0,132**	**0,081**	**0,561**
LSD	**12,42**	**5032**	**11,1**	**19**	**881**	**0,5**	**1070**	**5525**	**1,03**

Les parcelles sont toutes aménagées en cordons pierreux isohypses (CP), végétalisés ou non, séparés les unes des autres d'environ 33 à 50 m. Dans les zones où les moellons sont difficiles d'accès, des espèces végétales telles qu'*Andropogon gayanus* sont utilisées à la place des pierres. Chaque traitement représente le choix de plusieurs producteurs.

2.3 MÉTHODE D'ÉVALUATION DE LA MACROFAUNE DU SOL

La macrofaune a été échantillonnée huit semaines après les semis, par la méthode des monolithes [18]. Le monolithe est un bloc de terre de 25 cm de côté et de 30 cm de profondeur, prélevé dans le sol en raison de trois (03) monolithes par parcelle de culture. Les prélèvements ont été effectués entre les poquets de semis dans toutes les parcelles de 6h à 11h du matin. La macrofaune a été recueillie par tri manuel à l'aide de pincettes sur des plateaux en plastique.

Pour les termites, une fouille complémentaire a été réalisée dans un transect de 5 x 2 m autour du monolithe [19]. Le transect a été fouillé en surface et à une profondeur de 5 cm à la daba. Les termites et les autres groupes de macrofaune ont été conservés dans des flacons de conservation contenant de l'alcool à 75 %. Les espèces de macrofaune ont été identifiées au Laboratoire d'Histoire Naturelle du Département Environnement et Forêt de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, à l'aide d'une loupe et des clés de détermination [20], [21].

2.4 CALCUL DES INDICES ÉCOLOGIQUES

La fréquence centésimale ou abondance relative (AR): elle correspond à la proportion des individus en pourcentage par rapport à l'ensemble des individus de l'échantillon. Elle est obtenue par la formule suivante:

$$\mathbf{AR\ (\%) = ni/N*100}$$

AR: abondance relative,
ni: nombre d'individus de l'espèce i,
N: nombre total des individus de l'échantillon

La densité moyenne de la macrofaune correspond au nombre d'individus d'une espèce par mètre carré. Elle est obtenue en multipliant par 16 le nombre moyen de macrofaune par monolithe, la surface du monolithe étant égale à 1/16 de mètre carré (nombre d'individus d'une espèce divisé par le nombre total de monolithes).

L'indice de diversité de Shannon-Weaver: la diversité prend en compte le nombre d'espèces et la distribution des individus au sein de ces espèces [22]. Deux indices sont principalement utilisés pour mesurer la diversité de la macrofaune: l'indice de diversité de Shannon-Weaver, et l'indice de diversité de Simpson. Dans la présente étude, l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') qui convient bien à l'étude comparative de communautés, a été utilisé car il est relativement indépendant de la taille de l'échantillon [23]. Sa valeur varie de 0 à log S (S = nombre total des espèces). Elle est proche de 0 lorsque la communauté est composée d'une seule espèce, ou d'une espèce très largement dominante de toutes les autres et de log S lorsque toutes les espèces ont la même abondance. L'indice est calculé selon la formule suivante, dérivée de la théorie de l'information [24]:

$$\boldsymbol{H' = -\sum_{i=1}^{S} \mathbf{pi}\,\mathbf{log2}\,pi}$$

Avec :

pi = abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce i, pi = ni/N; ni = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon; N = nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

L'indice d'équitabilité de Piélou **(E)** a été calculé selon la formule suivante:

$$\mathbf{E = H'/log2\ (S)}\ [22]$$

Où : **H'** représente l'indice de diversité de Shannon-Weaver et **S** le nombre total des espèces du peuplement.

2.5 ANALYSES STATISTIQUES

Les données recueillies ont fait l'objet d'analyses statistiques à l'aide du package « Linear Mix Models » du logiciel Genstat 12ème édition. Les moyennes ont été comparées en utilisant la plus petite différence significative (LSD = Least Significant Difference) au seuil de 5 %.

3 RÉSULTATS

3.1 VARIATION DE LA DENSITÉ TOTALE DE LA MACROFAUNE EN FONCTION DES PRATIQUES AGROÉCOLOGIQUES

La densité totale de la macrofaune du sol est présentée sur la figure 1.

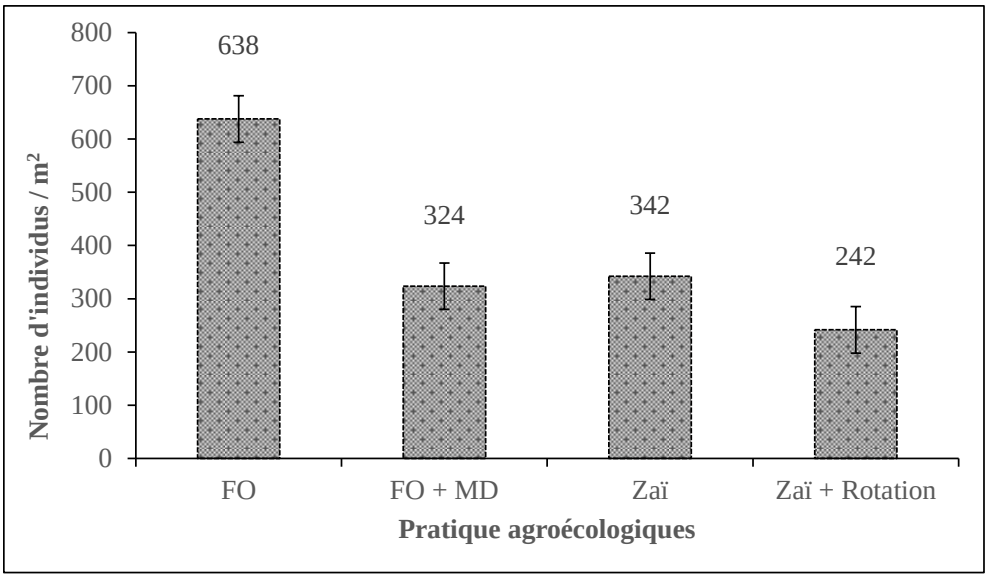


Fig. 1. Densité totale de la macrofaune du sol

FO = fumure organique, MD = engrais minéral en microdose, les barres représentent l'erreur standard

Les parcelles à épandage généralisé de matière organique (FO) sont les plus densément peuplées avec six cent trente-huit (638) individus par mètre carré. Elles sont suivies par les parcelles de zaï et celles combinant la matière organique sur toute la parcelle et l'apport d'engrais minéral en microdose (FO + MD). Les parcelles de zaï associé à la rotation céréales-légumineuses (Zaï + rotation) ont induit les plus faibles densités. Toutefois, les analyses statistiques n'ont pas indiqué de différences significatives entre les pratiques agroécologiques ($P < 0,067$).

3.2 VARIATION DE L'ABONDANCE RELATIVE (%) ET DE LA DENSITÉ (INDIVIDUS / M2) DES FAMILLES DE LA MACROFAUNE DU SOL EN FONCTION DES PRATIQUES AGROÉCOLOGIQUES

L'échantillonnage de la macrofaune du sol a permis de collecter trente-trois (33) familles ou superfamilles d'arthropodes et deux (2) familles d'annélides (Tableau 2).

Vingt-six (26) familles ont été recensées sur les parcelles à épandage généralisé de la matière organique sans engrais minéraux, contre dix-huit (18) sur les parcelles à épandage généralisé de matière organique combinée à l'engrais minéral en microdose, seize (16) sur les parcelles de zaï, et dix-sept (17) sur les parcelles de zaï associé à la rotation. Toutefois, l'essentiel des invertébrés identifiés est constitué par dix (10) familles qui occupent à elles seules 85 % de la population totale. Parmi ces familles, les *Termitidae* sont les plus abondants avec 35 % de la population totale; ils sont suivis par les *Formicidae* qui représentent 18 % des invertébrés. Les *Iulidae*, les *Acanthodrilidae*, les *Scarabaeidae* et les Sthaphylinidae représentent respectivement, 7,7 %, 5 %, 4 % et 3,8 %. Les *Enchytraeidae*, les *Octochaeitidae*, les *Tenebrionidae*, les *Scolopendridae* et les *Carabidae* quant à eux, comptent chacun pour environ 2 % de la population totale. Les vingt-deux familles restantes représentent 15 % de la population de macrofaune.

L'analyse des pratiques agroécologiques montre que les parcelles avec épandage généralisé de la matière organique ont enregistré l'abondance relative la plus importante (41,3 %). Les parcelles de zaï et celles associant la fumure organique généralisée et l'apport de l'engrais minéral en microdose, ont enregistré respectivement 22 % et 20,9 %. L'abondance relative la plus faible est relevée sur les parcelles de zaï combiné à la rotation des cultures (15,6 %).

La densité des groupes taxonomiques est pprésentée sur le tableau 2. Les résultats des analyses statistiques révèlent des différences significatives entre les taxa (P < 0,001). En effet, les *Termitidae* et les *Formicidae* sont les plus densément représentés sur les parcelles à épandage généralisé de la matière organique uniquement (283 et 113 individus par m^2 respectivement). Ils sont suivis par les *Acanthodrilidae* avec quarante-huit (48 individus par m^2), les *Iulidae* (30 individus par m^2) et les *Enchytreidae* (21 individus par m^2). Parmi les familles les plus représentées, les *Scarabaeidae*, (17 individus), les *Staphylinidae* (16 individus), les *Tenebrionidae* (13 individus), les *Scolopendridae* (11 individus) et les *Chrysomelidae* (10 individus) ont enregistré les plus faibles densités.

Tableau 2. Variation de la densité (individus/m²) et de l'abondance relative de la macrofaune du sol

Phylum	Classe	Ordre	Famille	FO	FO + MD	Zaï	Zaï + Rotation	AR (%)
Annelida	Oligocheta	Haplotaxida	Acanthodrilidae	21	20	32	5	**5,05**
			Enchytraeidae	21	12	5	0	**2,53**
			Octochaetidae	27	5	0	0	**2,07**
Arthropoda	Arachnida	Araneae	Araneae	8	7	7	7	**1,90**
			Solifugae	0	0	16	0	**1,04**
			Pseudoscorpionidae	0	0	0	5	**0,35**
			Ricinuleidae	5	0	5	0	**0,69**
	Myriapoda	Chilopoda	Scolopendridae	11	10	7	5	**2,19**
		Diplopoda	Iulidae	30	18	12	60	**7,72**
			Japygidae	5	0	5	0	**0,69**
	Insecta	Coleoptera	Anthicidae	3	11	0	11	**1,59**
			Carabidae	7	9	12	5	**2,14**
			Chrysomelidae	10	11	0	0	**1,31**
			Cleridae	0	5	0	0	**0,35**
			Coccinellidae	5	0	0	0	**0,35**
			Curculionidae	6	0	5	0	**0,71**
			Geotrupidae	0	5	0	0	**0,35**
			Scarabaeidae	17	17	16	16	**4,27**
			Sthaphylinidae	16	23	11	10	**3,83**
			Tenebrionidae	13	5	11	5	**2,24**
			Trogidae	0	0	0	5	**0,35**
		Collembola		0	5	0	0	**0,35**
		Diptera	Ceratopogonidae	3	0	0	0	**0,21**
			Lonchopteridae	0	0	11	0	**0,69**
			Phoridae	5	0	0	0	**0,35**
		Hemiptera	Hebridae	3	0	0	0	**0,21**
			Nabidae	5	0	0	0	**0,35**
			Miridae	0	0	0	5	**0,35**
		Gamasida	Gamasidae	3	0	0	0	**0,21**
		Hymenoptera	Formicidae	113	61	94	12	**18,09**
			Ichneumonidae	0	0	0	5	**0,35**
		Isoptera	Termitidae	283	95	92	72	**35,11**
		Lepidoptera	Noctuidae	5	5	0	0	**0,69**
			Sphingidae	5	0	0	0	**0,35**
		Orthoptera	Acrididae	0	0	0	5	**0,35**
			Gryllidae	5	0	0	5	**0,69**

FO = fumure organique, MD = apport d'engrais minéral en microdose, Rot = Rotation, AR = Abondance Relative

De même, sur les parcelles à épandage généralisé de matière organique combinée à l'apport de l'engrais minéral en microdose, les *Termitidae* et les *Formicidae* sont les groupes les plus densément peuplés avec respectivement quatre-vingt-quinze (95) et soixante un (61) individus par m^2. En revanche, les *Acanthodrilidae* (25 individus), les *Staphylinidae* (23 individus), les *Iulidae* (18 individus), les *Scarabaeidae* (17 individus), les *Enchytreidae* (12 individus), les *Anthicidae* et les *Chrysomelidae* (11 individus chacun) ont enregistré moins d'individus au mètre carré.

Contrairement aux pratiques précédentes, sur les parcelles de zaï, les densités les plus élevées ont été relevées chez les *Formicidae* avec quatre-vingt-quatorze (94) individus par mètre carré. Les *Termitidae* sont relégués au deuxième rang avec quatre-vingt-douze (92) individus, suivis par les *Acanthodrilidae* avec trente-deux (32) individus. Seize (16) individus de *Galeolidae* et de *Scarabaeidae* chacun, douze (12) individus de *Carabidae* et *d'Iulidae*, onze (11) de *Lonchopteridae*, de *Staphylinidae* et de *Tenebrionidae* ont été également collectés.

Enfin, sur les parcelles de zaï associé à la rotation qui ont enregistré les plus faibles densités, on note que les *Termitidae* et les *Iulidae* ont les densités les plus élevées (72 et 60 individus par m^2 respectivement). Ces groupes sont suivis par les *Scarabaeidae* (16 individus), les *Formicidae* (12 individus), les *Anthicidae* (11 individus) et les *Staphylinidae* (10 individus).

3.3 VARIATION DES GROUPES FONCTIONNELS DE LA MACROFAUNE DU SOL EN FONCTION DES PRATIQUES AGROÉCOLOGIQUES

Des taxa recensés, se dégagent quatre (4) groupes fonctionnels: les géophages, les phytophages, les prédateurs et les saprophages (Tableau 3).

Tableau 3. Variation de la densité des groupes fonctionnels de la macrofaune du sol (nombre d'individus par m^2) en fonction des pratiques agroécologiques

Groupes-fonctionnels	FO	FO + MD	Zaï	Zaï + Rotation
Saprophage	148^a	65^a	76^a	34^a
Géophage	20^b	20^b	25^b	–
Phytophage	19^b	17^b	13^b	28^a
Prédateur	11^b	13^b	7^b	6^a
F pr	0,002	<0,001	<0,001	0,189
LSD au seuil de 5%	37	10	14	15
Signification	HS	THS	THS	NS

FO = fumure organique, MD = apport d'engrais minéral en microdose, HS = hautement significatif, THS = très hautement significatif, NS = non significatif, LSD = least significant difference. Les valeurs affectées de la même lettre dans la même colonne diffèrent significativement au seuil de 5 %.

Les saprophages constituent le groupe le plus abondant sur l'ensemble des parcelles, avec des densités variant entre 34 (Zaï + Rotation) et 148 (FO) individus par m^2. Contrairement aux saprophages, les prédateurs ont enregistré les plus faibles densités sur toutes les pratiques agroécologiques, avec des valeurs de densités comprises entre six (6) et onze (11) individus par m^2. L'analyse statistique révèle des différences hautement à très hautement significatives concernant les groupes fonctionnels des pratiques agroécologiques FO, FO + MD, et Zaï.

Les phytophages et les géophages ont des densités intermédiaires entre les deux groupes précédents, avec des valeurs plus élevées sur les parcelles de zaï combiné à la rotation (28 individus par m^2) pour les phytophages, et sur les parcelles de zaï (25 individus par m^2) pour les géophages. Toutefois, l'analyse statistique n'indique pas de différences significatives entre les pratiques agroécologiques. Mais, à l'exception des parcelles de zaï avec rotation, les autres parcelles prises isolément ont affecté significativement les densités des groupes fonctionnels. Ainsi, les saprophages se démarquent des géophages, des phytophages et des prédateurs dans tous les cas.

3.4 DIVERSITÉ DE LA MACROFAUNE DU SOL EN FONCTION DES PRATIQUES AGROÉCOLOGIQUES

Les indices de diversité de Shannon-Weaver et les indices d'équitabilité de Piélou sont présentés dans le tableau 4. Les indices de diversité varient entre 1,65 (Zaï + Rotation) et 2,13 (FO). A l'instar de la densité, les indices de diversité de Shannon sont également plus élevés sur les parcelles à épandage généralisé de matière organique sans engrais minéraux,

comparativement aux autres. Les parcelles de zaï combiné à la rotation des cultures quant à elles, ont les indices les moins élevés.

Tableau 4. Variation des indices de diversité de Shannon-Weaver et d'équitabilité de Piélou en fonction des pratiques agroécologiques

Pratiques	Indice de diversité	Indice d'équitabilité
FO	2,13	0,71
FO + MD	1,95	0,70
Zaï	1,88	0,67
Zaï + Rotation	1,65	0,78
Probabilité	**0,38**	**0,61**
Erreur Standard	**0,1**	**0,03**
Signification	**NS**	**NS**

FO = fumure organique, MD = engrais minéral en microdose, NS = non significatif

Par contre, les indices d'équitabilité de Piélou indiquent des valeurs plus faibles sur les parcelles de zaï (0,67), et plus élevées sur les parcelles de zaï combiné à la rotation (0,78). Toutefois, l'analyse statistique n'a pas révélé de différences significatives entre les pratiques agroécologiques.

4 DISCUSSION

4.1 EFFETS DES PRATIQUES AGROÉCOLOGIQUES SUR LA DENSITÉ DE LA MACROFAUNE, L'ABONDANCE RELATIVE ET LA DENSITÉ DES FAMILLES

Les résultats des analyses statistiques ont montré que les pratiques agroécologiques n'impactent pas significativement la densité totale de la macrofaune du sol. Cela suggère que la macrofaune du sol n'est pas seulement influencée par les pratiques agricoles, mais par d'autres facteurs tels que la qualité et la quantité des ressources organiques [25]. Toutefois, il faut noter que les caractéristiques chimiques des substrats organiques utilisés dans la présente étude, ne diffèrent pas non plus significativement, ce qui pourrait expliquer ces similitudes entre les pratiques. En effet, les teneurs en carbone organique total sont comprises entre 9 et 16 %, et les teneurs en éléments majeurs (azote, phosphore et potassium) sont quasi identiques sur les quatre pratiques.

L'analyse de l'abondance relative des groupes taxonomiques a montré que les familles des Isoptères, des Coléoptères et des Hyménoptères représentent les taxa dominants des macro-invertébrés de la zone d'étude et sur l'ensemble des pratiques. Ils représentent à eux seuls, près de 71 % de la population totale de macrofaune. D'une manière générale, ces insectes sont les plus nombreux dans la nature et constitueraient 80 % de la faune du sol comme le soulignait [26]. L'abondance de ces groupes taxonomiques indiquerait un milieu favorable à leur développement. Ce sont des invertébrés qualifiés par certains auteurs, des plus abondants de la macrofaune du sol [27], [28]. La prédominance de ces êtres pourrait également s'expliquer par la capacité de certaines espèces d'Hyménoptères comme les fourmis, à s'adapter à des biotopes diversifiés. Ils sont en effet, bien connus pour leur bonne représentation dans le monde et surtout dans les régions tropicales, subtropicales et semi-arides [29]. Ces résultats corroborent ceux de nombreux auteurs [12], [5], [11], [28] ayant fait les mêmes observations dans des zones similaires.

4.2 EFFETS DES PRATIQUES AGROÉCOLOGIQUES SUR LA DENSITÉ DES GROUPES FONCTIONNELS DE LA MACROFAUNE

Les résultats ont révélé que les saprophages constituent le groupe fonctionnel qui discrimine le plus les pratiques agroécologiques par leur densité. En effet, ils sont beaucoup plus importants sur les parcelles avec épandage généralisé de la matière organique. Cette pratique culturale qui semble plus favorable à leur développement. Toutefois, les organismes de ce groupe sont susceptibles de vivre dans des milieux divers. Aussi, représentent-ils les plus nombreux sur les autres parcelles. Ces observations pourraient être attribuées au régime alimentaire diversifié de ce groupe, comparativement aux autres groupes. Les saprophages se nourrissent en effet de matières en décomposition qu'elles soient animales ou végétales (litières de racines mortes et de bois en décomposition), leur donnant un large spectre d'habitats. L'importance de de ce groupe présente des intérêts sur le plan agronomique, notamment la décomposition et la minéralisation de la matière organique, devant aboutir à la libération d'éléments nutritifs en vue d'améliorer la nutrition des plantes.

Appartenant à cette catégorie, les géophages constitués essentiellement de vers de terre, ingèrent la terre et utilisent la matière organique plus ou moins associée aux éléments minéraux [30]. Leur nombre réduit pourrait se rapporter à la pauvreté en éléments nutritifs des matières organiques apportées. En effet, les substrats organiques appliqués par les producteurs sont le plus souvent de mauvaise qualité et mal décomposés. Les phytophages et les prédateurs ont été moins densément présents sur toutes les parcelles. Cela serait probablement imputable aux sources d'aliments beaucoup plus réduites du fait de leur régime alimentaire plus spécifique. Les phytophages sont responsables de la fragmentation, première étape de la dégradation de la matière organique, de ce fait, ils favorisent les activités des micro-organismes.

Les analyses statistiques n'ont pas indiqué de différences significatives entre les pratiques agroécologiques, en ce qui concerne la densité. Par contre, il existe des différences significatives entre les taxa, et pour les groupes fonctionnels des pratiques agroécologiques FO, FO + MD, et Zaï. Les pratiques agroécologiques n'ont donc pas un impact sur la quantité de la macrofaune (densité), mais sur la composition de cette macrofaune (taxa et groupes fonctionnels). Le choix de la pratique agroécologique peut donc être déterminé par la qualité de la matière organique disponible, afin d'orienter la composition de la macrofaune et optimiser ses activités, et donc la mise à disposition des nutriments pour les plantes

4.3 EFFETS DES PRATIQUES AGROÉCOLOGIQUES SUR LA DIVERSITÉ DE LA MACROFAUNE DU SOL

On note des indices de diversité de Shannon faibles, comparés à l'indice maximal qui est de 3,10. Ces faibles valeurs de l'indice de Shannon indiqueraient une faible diversité et une structure déséquilibrée de la population de macrofaune sur l'ensemble des pratiques. Ces résultats pourraient se justifier par la pauvreté des sols sous l'effet de la dégradation. En effet, ce sont des parcelles en exploitation depuis plus de 30 ans pour la majorité d'entre elles, avec des apports en matière organique très faibles. Ce résultat est conforme à celui de [31] qui rapporte que des valeurs d'indices de diversité de Shannon supérieures ou égales à 3 traduiraient une bonne diversité et une structure stable et équilibrée d'un peuplement, alors que des valeurs inférieures à un, seraient signes de dégradation et de pollution de la structure de l'habitat [32]. Nos résultats révèlent des indices compris entre 2,13 et 1,65, qui sont intermédiaires aux valeurs de références relevées par ces auteurs, et pourraient indiquer des structures moyennement dégradées des sols étudiés. Des pratiques agricoles adéquates associant l'utilisation de substrats organiques de qualité et en quantité suffisantes et les techniques de récupération des terres comme la pratique du zaï et les aménagements antiérosifs, sont donc nécessaires pour améliorer la structure de ces sols et partant leur productivité.

5 CONCLUSION

La macrofaune totale à travers sa densité et sa diversité ne constitue pas à elle seule un facteur discriminant des pratiques culturales en place. On note également que les modes d'apport de la matière organique ainsi que la rotation des cultures n'ont pas influé sur la densité et la diversité de la macrofaune du sol mais plutôt sur la composition des groupes taxonomiques et fonctionnels. Les saprophages et les géophages qui dominent dans les quatre pratiques agroécologiques, sont d'un intérêt agronomique primordial, en ce sens qu'ils interviennent dans le cycle de la matière organique, permettant de libérer les éléments nutritifs pour les plantes. Le choix de la pratique agroécologique peut donc être déterminé par la qualité de la matière organique disponible, afin d'orienter la composition de la macrofaune et d'optimiser ses activités, et donc la mise à disposition des nutriments pour les plantes. L'analyse de la diversité, notamment les indices de diversité de Shannon montrent que les sols étudiés ont des structures moyennement dégradées, nécessitant des pratiques agricoles appropriées pour les réhabiliter.

REMERCIEMENTS

Nous exprimons nos sincères remerciements à la Fondation Mcknight pour son appui financier, aux partenaires techniques, les associations « Nourrir Sans Détruire (ANSD) » et « Minim Song Panga (AMSP) » à travers leurs animateurs pour leur appui technique sur le terrain et les producteurs d'Andemtenga, de Bilanga, de Gayéri et Korsimoro pour leur dynamisme, leur dévouement et leur collaboration dans le travail.

REFERENCES

[1] D. Rakotomanga, E. Blanchart, B. Rabary, R. Randriamanantsoa, M. Razafindrakoto et P. Autfray, «Diversité de la macrofaune des sols cultivés sur les Hautes-Terres de Madagascar, » Biotechnol. Agron. Soc. Environ. vol. 4, n° 20, pp. 495-507, 2016.

[2] P. Lavelle, T. Decaëns, M. Aubert, S. Barot, M. Blouin, F. Bureau, P. Margerie, P. Mora et J.-P. Rossi, «Soil invertebrates and ecosystem services, » European Journal of Soil Biology, vol. 2006, n° 42, p. S3–S15, 2006.

[3] M. Coulis, «Effets de la conversion à l'agriculture biologique sur l'abondance et la diversité de la macrofaune saprophage dans la canne à sucre en Martinique. Technical report. NEISSON, Martinique, 2015.
[4] A. Diop, A. B. Ndiaye et C. T. Ba, «Décompositions de la bouse de bovin sèche et macrofaune associée en zone, » Int. J. Biol. Chem. Sci, vol. 1, n° 7, pp. 147-162, 2013.
[5] M. M. Dieng, A. B. Ndiaye, C. T. Ba et B. Taylor, «Les fourmis (Hymenoptera, Formicidae) de l'enclos d'acclimatation de Katané, » Int. J. Biol. Chem. Sci., vol. 4, n° 10, pp. 1626-1636, 2016.
[6] F. Dubs, «Les TRAits de la faune du sol pour relier les Changements Environnementaux aux fonctions du Sol (TRACES), » IRD-UMR BIOEMCO. 32, Av. H de Varagnat. 93143 Bondy Cedex, Varagnat, 2014.
[7] J. Ouedraogo, E. Ouedraogo et H. B. Nacro, «La macrofaune du sol améliore l'efficience de l'utilisation de l'énergie par les microorganismes, » Journal of Applied Biosciences, Vol 114, pp. 11345-11356, 2017.
[8] M. Hedde, «Indicateurs basés sur la faune des sols: des outils pour l'agriculture innovante ?., » Innovations Agronomiques, n° 69, pp. 15-26, 2018.
[9] A. R. W. Naré, P. W. Savadogo, M. Traoré, A. Gountan, H. B. Nacro et M. P. Sedogo, «Soil Macrofauna Behaviour in the Presence of Pesticides and Organic Amendments, » Journal of Geoscience and Environment Protection, vol. 5, pp. 202-212, 2017.
[10] W. P. Savadogo, Y. ZI, A. K. Sanou, H. B. Nacro, F. LOMPO et M. P. Sedogo, «Effets combinés du compost, du Paraquat et de la Lambdacyhalothrine sur la macrofaune du sol sous culture pluviale de sésame (Sesamum indicum L.) au Burkina Faso, » International Journal of Biological and Chemical Science, vol. 6, n° 11, pp. 2658-2670, 2017.
[11] S. Dushimirimana, «Abondance et interactions écologiques de différents groupes taxonomiques d'invertébrés du sol de la région de Bugesera du Burundi, » Bull. sci. environ. biodivers, vol. 2, pp. 9-16, 2017.
[12] N. I. El Alami, «La faune du sol: reconnaissance et biologie des principaux groupes, » Rev. Mar. Sci. Agron. Vét, Vol 3, pp. 60-66, 2013.
[13] P. Lavelle, C. Villenave, C. Rouland et L. Derouard, Dynamique des peuplements de macro-invertébrés du sol aux diverses étapes de la jachère en Afrique tropicale, Dakar: Éditions John Libbey Eurotext, 2000, pp. 236-241.
[14] C. Petitjean, A. Philibert, V. Manneville, B. Amiaud, A.-S. Perrin, X. Charrier, F. Gastal, A. de Vliegher, K. Willekens, D. Montenach, S. Houot, T. Morvan et S. Piutti, «Biomasse microbienne carbonée et activités enzymatiques: gammes de valeurs obtenues pour différents sols agricoles français et belges, » Etude et Gestion des Sols, vol. 26, n° 2019, pp. 81-92, 2019.
[15] A. I. Youma, O. Ouédraogo, L. Yé et G. Zomboudré, «Impact du travail du sol, de la rotation et de l'association culturale sur le Striga hermonthica (Del) Benth et sur le rendement des céréales, » Science et technique, n° 34-37, pp. 53-64, 2018.
[16] C.P.C.S, Classification des sols. Commission de pe´dologie et de classification des sols, ENSA-Grignon: Laboratoire de pédologie-géologie, 1967, p. 87.
[17] B. Ouattara, B. B. Somda, I. Sermé, A. Traoré, D. Peak, F. Lompo, S. J. B. Taonda, M. P. Sedogo et A. Bationo, «Improving Agronomic Efficiency of Mineral Fertilizers through Microdose on Sorghum in the Sub-arid Zone of Burkina Faso, » in Improving the Profitability, Sustainability and Efficiency of Nutrients Through Site Specific Fertilizer Recommendations in West Africa Agro-Ecosystems, Springer International Publishing AG 2018 éd., vol. 1, Bationo, Anfré;, Ngaradoum, Djimasbé;, Youl, Sansan;, F. Lompo et J. O. Fening, Éds., Springer, 2018, pp. 241-252.
[18] J. M. Anderson et J. Ingram, Tropical soil biology and fertility. A handbook of methods, 2nd ed. éd., Willingford: UK: CAB International, 1993.
[19] D. T. Eggleton et P. Jones, «Sampling termite assemblages in tropical forests: testing a rapid biodiversity assessment protocol, » Journal of Applied Ecology, n° 37, pp. 191-203, 2000.
[20] M. Chinery, Le multiguide nature des insectes d'Europe en couleurs, Eidtion Bordas éd., 1986.
[21] D. V. J. Stanek, Encyclopée des insectes, Coléoptères, 270 illustrations en couleurs, Editions Gründ éd., Paris, 1984.
[22] J. Grall et N. Coic, «Rebent, » 2005. [En ligne]. Available: www.rebent.org. [Accès le 15 Novembre 2017].
[23] N. Daouda, F. Olimata, D. Nouhou et A. L. E., «Le zonage ou la spatialisation des fonctions de la réserve de biosphère du Ferlo (Nord-Sénégal), » International Journal of Biological and Chemical Sciences, vol. VI, n° 6, pp. 5042-5055, 2012.
[24] C. E. Shannon, «A Mathematical Theory of Communication, » Reprinted with corrections from The Bell System Technical Journal, vol. 27, pp. 319-423, 623-656, 1948.
[25] M. Aubert, M. Hedde, T. Decaëns, P. Margerie, D. Alard et F. Bureau, «Facteurs contrôlant la variabilité spatiale de la macrofaune du sol dans une hêtraie pure et une hêtraie–charmaie, » Comptes Rendus Biologies, vol. 328, n° 2005, pp. 57-74, 2004.
[26] M. Hedde, «Etude de la relation entre la diversité des macro-invertébrés et la dynamique de la matière organique des sols limoneux de Haute-Normandie, » Laboratoire d'Ecologie, groupe ECODIV, UPRES EA 1293, Université de Rouen, Haute-Normandie, 2006.

[27] T. Samb, C. T. Ba et A. B. Ndiaye, «Etude de l'effet des cannes de petit mil et de la fumure d'ovins et de caprins sur la macrofaune du sol en zone sahélienne (Matam, Sénégal)., » Bulletin de l'IFAN Ch. A. Diop, Sér. A, vol. 2, n° 53, pp. 101-115, 2014.

[28] T. Samb, A. Cissé et A. B. Ndiaye, «Diversité De La Macrofaune Du Sol Dans Les Parcelles De Reboisement De La Grande Muraille Verte Au Sénégal, » European Scientific Journal, vol. 13, n° 15, p. 185, 2017.

[29] A. N. C. Dao, S. Nacambo, F. Sankara, S. Pousga, K. Coulibaly, J. P. Nacoulma, I. Somda et M. Kenis, «Evaluation des méthodes de piégeage des termites au nord du Burkina Faso, » International Journal of Biological and Chemical Sciences, vol. 7, n° 14, pp. 2556-2566, 2020.

[30] M. Pussard, «Faune du sol et microflore. II. Saprophagie, prédation et médiation chimique, » Agronomie, EDP Science, vol. 11, n° 5, pp. 411-422, 1991.

[31] Biotope, «Suivi des macroinvertébrés benthiques des rivières du bassin Réunion, campagne 2016, » Office de l'Eau Réunion, Réunion, 2017.

[32] G. Türkmen et N. Kazanci, «Applications of various biodiversity indices to benthic macroinvertebrate assemblages in Streams of a National park in Turkey., » Review of Hydrobiology, vol. 2, n° 3, pp. 111-125, 2010.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 745-763
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

L'innovation et la flexibilité - Une clé de productivité et compétitivité: Etude empirique auprès des entreprises marocaines

[Innovation and flexibility - Key to productivity and competitiveness: Empirical study of Moroccan companies]

Anass Bendarkawi

Hassan 1st University, Department of Management Sciences, Faculty of Legal, Economic and Social Sciences, Settat, Morocco

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Morocco has undertaken a number of reforms that affect different aspects of its economy, but despite the substantial progress achieved by the country, the results in this area remain largely insufficient. Its productivity appears to be lower than that of other emerging countries. The private sector has not progressed, and firms suffer from weak productivity and economic growth, the productivity being one of the main drivers of both social and economic progress, it is essential to increase it by all possible means. In this sense, Moroccan companies must invest in research and innovation and must be a high level of flexibility to conserve and develop their productivity and competitiveness. The purpose of this research is to evaluate the impact of innovation and flexibility on productivity by conducting an empirical study with a sample of 150 Moroccan companies.

KEYWORDS: Innovation, flexibility, evaluation, impact, Morocco.

RESUME: Le Maroc a entrepris un certain nombre de réformes qui concernent différents aspects de son économie, mais malgré les efforts non-négligeables, déployés par le pays, les résultats de ces mesures restent insuffisants. Sa productivité demeure encore inférieure par rapport à celles d'autres pays émergents. Le secteur privé n'a pas non plus bien progressé, et les entreprises laissent voir une relative faiblesse quant à leur productivité et à la croissance de leur économie. La productivité étant le moteur principal du progrès économique, il est indispensable de l'accroître par tous les moyens dont on est capable. Dans ce sens, les entreprises marocaines doivent investir dans la recherche et l'innovation et faire preuve d'un haut degré de flexibilité permettant de préserver et développer leur productivité et compétitivité. L'objectif de ce travail de recherche est d'évaluer l'impact de l'innovation et de la flexibilité sur la productivité en menant une étude empirique auprès d'un échantillon de 150 entreprises marocaines.

MOTS-CLEFS: Innovation, flexibilité, évaluation, impact, Maroc.

1. INTRODUCTION

L'économie nationale, est largement influencée par le libéralisme et l'ouverture aux marchés mondiaux, suite à l'adhérence du Maroc à l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) et à son acceptation des nombreux accords de partenariat et de coopération, en particulier, avec l'Union Européenne (1996), la Turquie (2003) et les États-Unis d'Amérique (2005). Il en est de même pour les États de l'Afrique où le Maroc a pu être réintégré à l'Union africaine, ainsi que l'accord de principe de son adhésion à la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) en 2017 [1].

De nos jours, il y a une concurrence accrue et parfois imprévisible et les entreprises marocaines n'en sont plus à l'abri, une fois que les barrières administratives de la douane ont été enlevées. Pour y faire face, l'amélioration de la compétitivité est devenue le moyen le plus sûr dont elles peuvent se munir. Cette amélioration consiste à mieux définir des stratégies de productivité qui puissent protéger l'entreprise, la renforcer et donner à l'entrepreneuriat la valeur qu'il mérite dans l'économie marocaine.

Par ailleurs, la compétition économique dépend de plus en plus des capacités d'innovation des entreprises. Quand on évoque l'innovation au sein de nos entreprises, il est difficile de trancher sur la question, surtout que le Maroc est classé 77ème parmi les 132 économies évaluées selon l'édition 2021 de l'indice mondial de l'innovation après avoir été au 75e rang en 2020. L'innovation peut concerner la création ou l'amélioration de produits (biens ou prestations de services), porter sur les procédés de production, les modes d'organisation ou encore les stratégies de vente.

L'avènement de la mondialisation dans les années 1990 a été dur pour les entreprises qui ont dû innover et avoir recours à plusieurs moyens de défense pour ne pas disparaître en faisant faillite. Sur le marché, la concurrence et la régression de la demande ont poussé les entreprises à modifier leur mode de production en recherchant plutôt la qualité. Ces dernières ont fait preuve d'une grande flexibilité face à la liquidation de leurs produits. Ceux-ci ont été de plus en plus variés pour satisfaire les clients qui n'avaient que l'embarras du choix, vu l'abondance de l'offre sur le marché.

Il convient donc de nous interroger sur l'état de la productivité de l'entreprise marocaine à l'époque de la mondialisation, notamment après l'application des accords de libre-échange entre notre pays et ses partenaires. Cette ouverture sur l'économie mondiale a en effet apporté de nombreuses possibilités à l'entreprise marocaine qui vont lui permettre de développer sa compétitivité aux niveaux: national et international. Il s'agit donc, pour elle, d'atteindre le plus haut degré de productivité. A cet effet, il est indispensable de moderniser et restructurer son domaine pour que ses produits puissent satisfaire aux exigences internationales en qualité et en quantité. L'innovation se caractérise principalement par deux caractéristiques qui sont la nouveauté d'une part et le succès économique de cette novation sur le marché d'autre part [2].

Alors, qu'est-ce qui se passe au niveau de notre pays ? Puisque nous ne nous sommes pas des inventeurs de nouveaux produits qui soient plus compétitifs sur le marché et nous utilisons une technologie qui est déjà éprouvée et peut être même obsolescente, nous avons toujours un retard au niveau de la productivité de nos entreprises. Il est clair aujourd'hui que l'investissement des entreprises marocaines dans la recherche et le développement ne sont pas une priorité parce que les budgets conçus sont encore très loin des budgets nécessaires pour avoir un impact significatif sur la productivité.

La productivité étant le moteur principal du progrès économique, il est indispensable de l'accroître par tous les moyens dont on est capable. Pour atteindre ce but les outils et les méthodes ne manquent pas. Il suffit de les connaître et savoir s'en servir. Si certains sont spécifiques, d'autres sont d'un usage multiple.

C'est dans l'optique de participer activement à la mise en évidence de la réalité entrepreneuriale marocaine, en termes d'évaluation de l'impact de l'innovation et de la flexibilité sur la productivité des entreprises marocaines, que nous entamons ce travail de recherche. Mais d'abord, nous commençons par la définition de la productivité et le développement des réflexions actuelles sur la complexité de ce concept. Ensuite nous mettons le point sur la nécessité économique de l'innovation pour la compétitivité des entreprises ainsi que l'impact du degré de la flexibilité sur la productivité du produit et de l'entreprise. Finalement, nous aborderons la phase terrain de notre enquête en présentant le déroulement et les résultats de notre étude quantitative et en déduisons les implications stratégiques et managériales nécessaires.

2. LA PRODUCTIVITE: UN CONCEPT COMPLEXE AUX FACETTES MULTIPLES

Dans l'esprit du public, le terme de productivité signifie tout à tour « *l'intelligence, la jeunesse, le progrès, un taux de croissance économique élevé, le dynamisme, la hausse des revenus de chacun, l'ère de l'abondance assurée dans l'avenir et la stabilité monétaire rétablie dans le présent* » [3]. La productivité est un concept d'une grande richesse de tons. « *Il est sous-jacent à la plupart des phénomènes économiques, depuis la progression des salaires jusqu'à la spécialisation internationale. On le retrouve, sous divers modes, aussi bien à l'échelle de branche d'activités qu'à celle de l'entreprise, de la nation ou même du monde. Il éclaire les liaisons du court terme comme celles du long terme. Il contribue à l'explication des faits passés, et il constitue l'un des pivots essentiels de la prévision économique* » [4]. La productivité est « *la variable motrice qui engendre le progrès économique* » [5], elle est souvent considérée comme le facteur déterminant et représentatif du niveau de développement technico-économique d'une entreprise, d'une industrie ou d'une nation.

Cependant, dès le début du XX^{e} siècle, « *les économistes attachaient déjà au mot productivité un sens plus précis, celui de rapport (mesurable) entre produit et facteurs. C'est le sens, notamment, que lui attribuait explicitement Albert AFTALION dans son article* " les trois notions de la productivité et les revenus" publié dans la revue d'économie politique en 1911 [6]. En science

économique, la productivité est le quotient de la production d'un bien ou d'un service sur les éléments et produits qui ont été utilisés pour réaliser cette production. En d'autres termes, la relation est mise entre la quantité produite et les moyens qui ont servi à la produire, c'est-à-dire les facteurs de production consommés [7].

Bien que cette définition soit en apparence, simple et claire, la productivité semble cependant un concept complexe et dont les effets et les déterminants sont difficiles à cerner.

Dans un ouvrage publié en (1969), le Bureau International du Travail (BIT) soulignait cette difficulté en citant les propositions de l'économiste John T. Dunlop, précisant que la productivité est en quelque sorte « *le résultat final d'un processus social complexe qui fait entrer en ligne de compte la science, la recherche et la mise au point, l'enseignement, la technique, la gestion, les installations de production, les travailleurs et les organisations syndicales* » [8].

Par ailleurs, l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE) élabore le concept de *« la productivité multifactorielle (PMF) qui rend compte de l'efficience globale avec laquelle les facteurs travail et capital sont conjointement utilisés dans le processus de production. Ses variations témoignent de l'incidence qu'ont l'évolution des pratiques de gestion, les changements apportés aux marques commerciales, les restructurations et le développement des connaissances en général, mais aussi des effets de réseau, des retombées des facteurs de production, des coûts d'ajustement, des économies d'échelle, de la concurrence imparfaite et des erreurs de mesure* » [9]. La productivité multifactorielle est considérée comme une mesure de productivité qui comprend l'ensemble des matériaux nécessaires à la production ou à la fourniture d'un service [10]. Elle est le rapport entre la valeur réelle de la production et l'apport associé de la main-d'œuvre et capital.

Productivité multifactorielle = Production en unités produites / KLEMS. Où KELMS, K: Capital; L: Labor; E: Energy; M: Matériaux; S: Services.

Le concept s'est élargi et il désigne « *le rapport entre ce qui est retiré en sortie d'un système et ce qui lui a été fourni en entrée »*. Elle se définit aussi comme *« l'usage efficace d'innovation et de ressources afin d'augmenter la valeur ajoutée des marchandises et des services* » [11], autrement dit, c'est l'utilisation efficiente de ressources, telles que le travail, le capital, la terre, les matières, l'énergie et l'information pour la production des biens ou des services.

3. LES REFLEXIONS ACTUELLES SUR LA QUESTION DE LA PRODUCTIVITE

On peut encore être surpris d'apprendre qu'en 1955, l'Agence européenne de productivité dépendante de l'Organisation Européenne de Coopération Economique (OECE), voulant rédiger une synthèse des théories de la productivité, dut y renoncer, tant les conceptions variaient d'un spécialiste à l'autre. Il fut donc décidé de publier les études de chaque auteur réunies en trois volumes. S'il n'existe qu'une théorie de la productivité, on voit que la façon d'interpréter varie beaucoup d'un auteur à l'autre [3]. Les importants travaux de recherche publiés sur la productivité auront cependant permis de constater que l'interprétation de la théorie diffère beaucoup d'un auteur à l'autre. En effet, l'étude de ces travaux de recherche laisse apparaître des contradictions, portant sur des points essentiels, qui opposent chaque auteur aux autres. En somme, sur une critique très complète de la théorie de la productivité est faite déjà en premier lieu par les adeptes de cette théorie. Chacun démontre les excellentes raisons pour lesquelles la méthode préconisée par l'autre ne peut être valablement retenue, l'autre fournissant la même démonstration à l'égard de la méthode du premier [12].

La productivité et la qualité sont devenues de plus en plus importantes dans le domaine de la gestion des entreprises, et ce, à partir des années 70. Au regard de cette nécessité pressante, des modifications se sont imposées d'elles-mêmes: révision des processus de production, amélioration des procédés de travail, adoption d'une nouvelle conception, vis-à-vis de la gestion des ressources humaines et des relations du travail. Toutes ces composantes entrent, dès lors, dans le développement de la compétitivité des organisations ainsi que dans celui des activités commerciales et financières qui en relèvent [13].

Par ailleurs, L'approche taylorienne de la productivité n'intègre pas la qualité et la diversification des produits finaux permettant de rendre difficiles les calculs dans des situations de forte concurrence sur le plan de différenciation des produits [14]. Les nombreuses limites de l'approche de Taylorienne, dans sa forme initiale ayant une relation directe avec la productivité vont permettre le développement de plusieurs réflexions modernes sur question de la productivité [14].

La première réflexion, c'est celle où les résultats de la productivité sont le produit de la mobilisation de l'ensemble des ressources technologiques, humaines et organisationnelles d'un tout productif (Productivité globale), et d'une manière plus précise la productivité n'est plus attribuée à la production de l'équipe des salariés. Alors qu'au lieu de centrer la recherche de la productivité sur l'économie d'usage et la quantité de la production, il vaut mieux penser à une meilleure technologie qui nécessitera des investissements en matière de formation des ouvriers en compétences et en habiletés.

La deuxième réflexion considère que les recherches sur la productivité ont donné une attention exceptionnelle à l'utilisation maximum et intensive des capacités des systèmes techniques, c'est-à-dire au rendement des machines, ce qui nécessite l'amélioration des qualifications humaines afin de s'adapter à une nouvelle approche qui se base sur l'automatisation et l'informatisation.

La troisième réflexion souligne la confusion croissante des genres entre rentabilité et productivité parce que l'approche taylorienne n'a pas théorisé le lien entre la productivité et la rentabilité, par contre, ce sont les inventeurs des systèmes de contrôle de gestion et particulièrement les concepteurs de la comptabilité analytique qu'ont complété le système de Taylor, en ajoutant le contrôle de la rentabilité au niveau de la détermination des coûts de production en atelier pour s'assurer que les ouvriers ne produisent pas seulement vite et bien, mais aussi dans des conditions assurant une marge déterminée de bénéfice pour chaque unité de produit réalisée permettant d'assurer un coût de revient complet.

La quatrième réflexion pose la question sur l'innovation parce que cette dernière est en train d'acquérir un nouveau statut. Elle n'est pas réductible à un état, ou à moment, mais c'est un processus en permanence qui nécessite beaucoup plus d'investissement dans les travaux de recherche et d'études.

La cinquième réflexion réside dans le fait que la productivité doit prendre en compte l'évolution rapide des besoins de marché, ce qui demande d'une part, un savoir concernant la diversification de la gamme des produits par la capacité de lancement à temps des nouveaux produits, soit au « juste à temps", soit à la vitesse de l'innovation de produit, et d'autre part, la flexibilité de l'usage du système technique dans une démarche qui implique toutes les parties de l'entreprise.

4. L'INNOVATION EST ELLE UNE NECESSITE ECONOMIQUE?

Le produit pour être vendu il doit être une réponse adaptée à la demande de consommateur permettant la satisfaction des attentes individuelles ou collectives. Or, maintenant, les besoins spécifiques des consommateurs ont conduit à une inflation quantitative de l'offre de produits et services. Pour répondre au marché et générer une plus grande variété de produits sans augmenter les coûts, les entreprises ont mis en œuvre, dans de nombreux domaines, le concept de gamme de produits. C'est pourquoi, d'après Quinn, « la compétitivité des grandes entreprises est basée sur trois stratégies dont une est la capacité d'innover plus vite et plus souvent que les autres concurrents ». C'est dans ce sens que l'innovation est devenue une nécessité socio-économique dans un marché qui se caractérise par sa complexité et sa compétitivité parce que le consommateur est devenu infidèle et trop exigeant. Cette évidence devient encore plus forte lorsque l'on se positionne dans un contexte de globalisation avec des pays émergents ayant une grande capacité de production [15].

La compétitivité d'une entreprise et son aptitude à faire face à la concurrence sont la clef de sa survie qui permet d'assurer son adaptation. L'innovation est une source de compétitivité, car d'une part, elle permet de lancer de nouveaux produits qui permettent à l'entreprise de se différencier de ses concurrents, ce qui améliore sa compétitivité hors-prix. L'entreprise bénéficie de l'avantage dit du « pionnier", d'autre part elle permet d'augmenter la productivité de l'entreprise par l'amélioration de processus de production, ce qui renforce sa compétitivité-prix [16].

4.1. LES PILIERS FONDATEURS DE L'INNOVATION

L'innovation est donc une démarche structurée autour d'un processus (donc pilotée) et qui doit répondre de manière créative (nouvelle dans le domaine) à un besoin identifié, en créant de la valeur et en s'assurant de son appropriation par ses destinataires. Cette définition du mot « innovation » nous indique donc qu'il existe 3 notions clés dans la naissance ou non d'une innovation. Nous appellerons ces éléments les 3 piliers fondateurs de l'innovation à savoir la créativité, la valeur et la conduite du changement.

La créativité est la capacité de créer et inventer un concept neuf ou un objet nouveau pour répondre à une situation ou pour s'adapter à une situation, d'où le concept d'innovation. Etre créatif n'est pas forcément réinventer une chose déjà connue, c'est plutôt trouver une solution nouvelle à un problème qu'on rencontre dans la vie. Quant à la valeur, elle est le motif de l'innovation, c'est en d'autres termes la raison qui pousse l'individu à être innovateur. Pour mieux faire comprendre cette notion, je dirais que c'est la valeur qu'on peut ajouter au prix réel d'une chose. Etre capable de changement est l'une des conditions de l'innovation, mais elle n'est pas suffisante. On ne peut parler d'innovation que si l'objectif est atteint, que si la solution du problème est trouvée et que, finalement, si les clients cibles se sont adaptés au produit nouveau, après l'avoir accepté: autrement dit, c'est la socialisation. En simplifiant les choses, la socialisation, quand il s'agit d'un produit, répond au fait les clients soient satisfaits de son achat. Concernant l'innovation organisationnelle, elle n'est possible que si tout le personnel s'intègre dans la nouvelle structure de l'entreprise [15].

4.2. LES DIFFERENTS TYPES D'INNOVATION

D'après Dominique Millet, il existe 4 typologies d'innovations [15]:

Les innovations incrémentales appelées également l'amélioration produit;

Les innovations architecturales qui consistent à modifier l'ordre, la règle d'assemblage des sous-systèmes techniques;

Les innovations de synthèse permettant l'assemblement de plusieurs produits pour n'en faire qu'un;

Les innovations de rupture qui nécessitent une maîtrise des technologies et une connaissance optimale du marché.

Ces innovations se connaissent par leur caractère innovant d'un point de vue marketing d'un côté et technologique de l'autre.

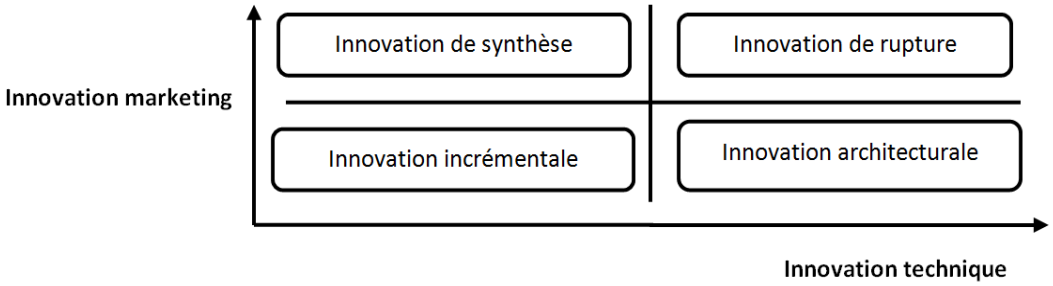


Fig. 1. Classification des 4 types d'innovation [15]

De leur côté, Saint-Pierre et Beaudoin [17] élaborent une classification des types de l'innovation de la manière suivante:

Tableau 1. Les différents types d'innovation selon Saint-Pierre Beaudoin

Innovation des procédés	Ces activités visent à changer la nature du fonctionnement opérationnel de l'entreprise. L'introduction de nouveaux procédés de gestion de la production (comme le juste-à-temps) permet d'améliorer l'efficacité organisationnelle de l'entreprise.
Innovation au niveau des équipements	Deux axes peuvent être mis en avant: Investissements dans l'amélioration de l'existant; Remplacement des équipements par de nouveaux plus efficaces ou plus adaptés.
Innovation dans les produits	Elles résultent en général des études de recherche et de développement, menées au sein de l'entreprise. L'impact se situe tant au niveau des produits que du marché ainsi que de la clientèle.

Généralement les innovations dans l'entreprise se manifestent sous différentes formes [16]: technologiques (exemple: introduction d'une nouvelle technique de production), produits (exemple: lancement par LG en 2016 d'un réfrigérateur connecté), marchés (exemple: les tablettes numériques constituent un nouveau marché), organisationnelle (exemple: introduction du juste-à-temps), méthodes de travail et d'administration (exemple: partage des données), services comme l'invention du drive-in dans la grande distribution qui permet au client de commander sur Internet et de venir récupérer ses courses sans perdre de temps et ressources humaines comme l'utilisation des jeux sérieux dans le recrutement.

4.3. LES DIFFERENTES MODELISATIONS DU PROCESSUS DE L'INNOVATION DANS L'ENTREPRISE

Il existe différentes modélisations du processus de l'innovation comme indiquées ci-dessous:

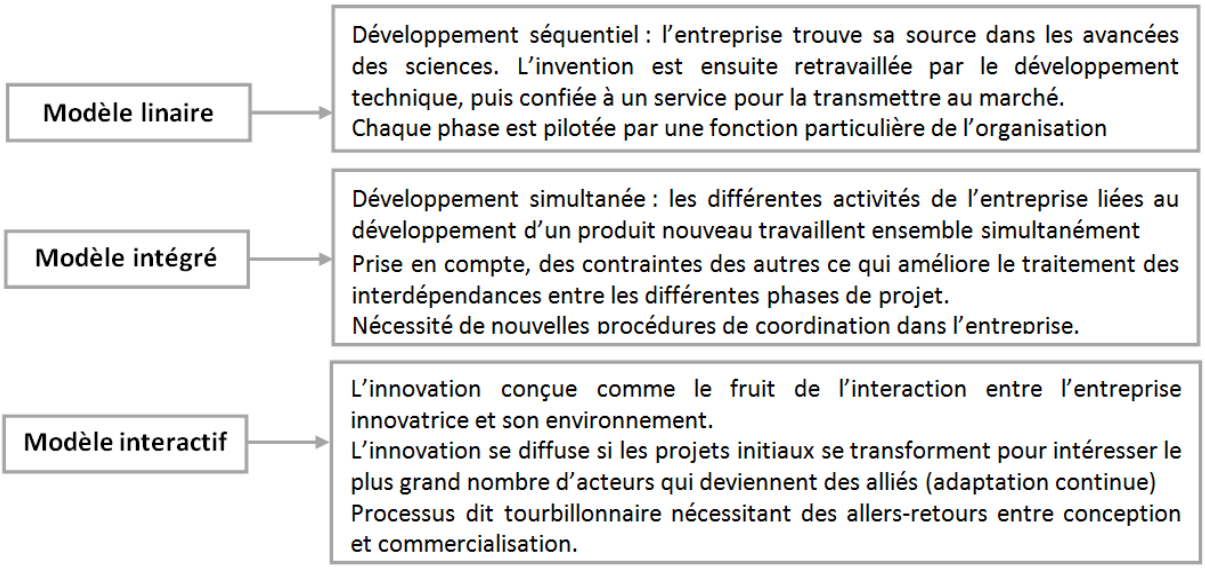


Fig. 2. Les différentes modélisations du processus de l'innovation [16]

4.4. PRODUCTIVITE DE L'ENTREPRISE ET INNOVATION

L'innovation est au cœur de la démarche entrepreneuriale qui a fait l'entreprise dès son origine. L'innovation nourrit l'entreprise, mais peut aussi la bousculer [18]. L'innovation et l'invention sont les fruits de l'activité de recherche dans l'entreprise. Les entreprises ne peuvent ignorer les impératifs de l'innovation. Il est démontré que sur les marchés d'oligopoles, la compétition par les prix s'atténue pour être remplacée par une autre forme de concurrence, tout aussi vigoureuse, celle portant sur l'innovation. L'innovation est incluse dans les stratégies de production [19]. Cette dernière s'inscrit dans un processus qui va de la simple adjonction d'un élément nouveau, mais mineur à la révolution de la découverte d'un produit qui, jusque-là, n'existait pas.

La création d'un produit nouveau passe par des étapes, telles que recherche de l'idée du produit, son élaboration, création et développement du produit, mais, durant cette période, il n'y a pas de vente et le volume des coûts prend de l'ampleur. Quand les ventes commencent, les profits sont alors maigres, vu les dépenses engagées pour la publicité et le fait que le produit nouveau reste longtemps objet de doutes du côté des clients qui se montrent, au début, réticents.

L'étape où le produit nouveau trouve son acceptation sur le marché et que les ventes et les profits augmentent de plus en plus, jusqu'à atteindre leur niveau le plus élevé, c'est alors qu'on peut parler de croissance. Quant à la maturité, c'est la période de ralentissement des ventes; le produit est accepté seulement par les clients potentiels. A ce moment, les profits commencent à baisser, les coûts de marketing augmentent par nécessité de protéger le produit vis-à-vis de la concurrence. Le déclin, c'est le temps où les profits baissent considérablement à cause de la diminution progressive des ventes.

Un portefeuille de produits équilibré est un facteur de réduction des risques: cela signifie que l'on essaiera de chercher à disposer, en même temps, de produits lors des phases de lancement, de croissance et de maturité. Le bénéfice procuré par ces derniers permet de financer les premiers. Pour éviter de se laisser enfermer dans des secteurs ou activités en phase 3, l'entreprise doit innover, se diversifier, être en permanence à la recherche d'occasions favorables de développement. La planification du lancement des produits permet d'améliorer la productivité dégagée par le portefeuille « produits » de l'entreprise [19]. Par ailleurs, d'après la norme NF EN ISO 14040 (octobre 2006), le cycle de vie d'un produit correspond à l'ensemble des activités associées à un produit, ou à un service, depuis l'extraction des matières premières jusqu'à l'élimination des déchets. Ce qui est intéressant de noter dans la vie d'un produit, c'est que l'on a tendance à vouloir innover forcément dans la phase d'usage « utilisation du produit » alors que pour chacune des phases du cycle, on a un utilisateur différent. Or, le potentiel d'innovation de produit s'évalue sur toutes les phases du cycle [15].

5. LA FLEXIBILITE: DE QUOI S'AGIT-IL ?

Economiquement, la flexibilité est définie comme l'aptitude à s'adapter aux changements inattendus et imprévisibles de l'environnement, dans une situation incertaine et concurrentielle. Dans ce cas, l'entreprise est tenue de réagir le plus vite

possible pour se transformer et assurer sa réinsertion dans son environnement économique, tout en développant ses moyens de survie. Et de cette façon, les firmes qui font preuve de souplesse et de savoir-faire parviennent à se réadapter, quelles que soient la force des courants environnementaux, et celles qui sont rigides, non préparées à ces contingences, se trouvent menacées de dégradation [20]. La flexibilité, selon Reix, est le moyen de combattre l'incertitude; elle détient la capacité de faire face à des situations nouvelles, et ce, au moyen des connaissances acquises continuellement par l'expérience ou via l'information additionnelle [21]. Ainsi, d'année en année, la flexibilité acquiert le qualificatif de stratégie, dans un monde où règnent l'incertitude, la mondialisation du commerce, la demande de produits diversifiés, une demande éternellement changeante et fugace.

5.1. Les Differentes Formes De Flexibilite

La flexibilité a d'innombrables formes, mais ici nous n'en retenons que cinq: la flexibilité organisationnelle, la flexibilité fonctionnelle, la flexibilité quantitative, la flexibilité temporelle, et la flexibilité des coûts de la main-d'œuvre [20].

La flexibilité organisationnelle, c'est la capacité d'une firme à ajuster ses plans stratégiques d'affaires à la progression de la situation, en mobilisant, également, le milieu du travail à faire preuve d'autant de flexibilité.

La flexibilité fonctionnelle consiste à mettre un organisme à même de redéfinir ses propres tâches.

La flexibilité quantitative consiste à faire modifier la quantité du travail.

La flexibilité temporelle vise à modifier les horaires du travail des salariés en fonction des exigences, des contraintes et besoins de l'organisation.

La flexibilité des coûts de la main-d'œuvre consiste, pour l'entreprise, redéfinir son coût moyen net par heure de travail, et ce, après avoir discuté le problème avec les travailleurs.

Il convient, aussi, d'éclaircir le sens de flexibilité interne et de flexibilité externe.

La flexibilité interne est un ensemble de mesures que l'entreprise s'engage de faire, au sein de sa zone de travail, en vue de mobiliser le principe de flexibilité. Pour ce faire, elle use de ses propres moyens et instruments qui sont les heures supplémentaires, le temps partiel, etc. La flexibilité externe se sert de différents moyens afin de rendre aisées les entrées et les sorties de l'entreprise, tels que l'utilisation de l'intérim, le recours aux contrats à durée déterminée, la parcellisation du travail, les stages, la sous-traitance, le recrutement et le licenciement.

5.2. Flexibilite Et Productivite Du Produit

La réalisation des objectifs de l'entreprise, par la satisfaction des besoins de la clientèle, implique une diversité de produits offerts comparable à la diversité des besoins. Si la variété croissante des produits et la rapidité de leur rythme de renouvellement s'inscrivent dans la logique marketing, elles répondent également à la logique économique de l'entreprise. Le profit est étroitement lié à la part du marché dont la progression tient à la diversité croissante des produits offerts sur un marché donné [19].

Cette prolifération des produits offerts sur le marché engendre des besoins croissants de flexibilité de la part du producteur. Or, les résultats de nombreuses recherches et observations sont convergents: productivité et flexibilité varient en sens inverse, un système de production ne peut, à la fois, offrir les coûts les plus bas et une excellente capacité d'adaptation au renouvellement des produits et aux changements de rythme de production. Cependant malgré ce dilemme existant entre productivité et la flexibilité de produit, les réflexions suivantes peuvent permettre de résoudre ce problème.

La réduction de la variété des produits permet d'augmenter la productivité d'un système de production en limitant les surcapacités engendrées par les besoins de flexibilité;

A variété donnée des produits finis issus d'un système de production, la productivité de ce système est d'autant plus élevée que, toutes choses égales; d'autre part, l'augmentation de variété des produits intermédiaires est située le plus en aval du processus de production.

Différents moyens de réduction de la diversité des produits intermédiaires peuvent être engagés:

La personnalisation des produits par l'utilisateur;

La différenciation perceptuelle des produits;

La standardisation des produits et conception modulaire.

La résolution du conflit entre flexibilité et productivité a été traitée jusque-là en considérant essentiellement la conception des produits aux stades intermédiaires de leur production. Les technologies de production utilisées, jusqu'à maintenant, ont privilégié la recherche de productivité ou de flexibilité, mais n'ont guère permis d'atteindre simultanément ces deux objectifs [19]. Le producteur dispose donc de deux types de stratégies pour répondre à la diversité instantanée et dynamique des produits, de manière à minimiser l'effet de cette diversité sur le niveau de la productivité. Le premier consiste à retarder la différenciation des produits aux stades intermédiaires de leur élaboration, le second à introduire des technologies de production flexibles à forte productivité.

6. PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES DE RECHERCHE

Certaines entreprises se trouvent dans une situation de désarroi, ce qui nécessite, un sauvetage urgent, quand de tels cas se produisent, car leur comportement stratégique paraît alarmant: ralentissement du processus de productivité, rétrécissement, réduction du nombre des salariés, etc. Or, cette situation précaire aurait certainement pour cause non seulement des erreurs d'analyse stratégique, mais aussi et surtout une ignorance totale ou partielle des stratégies de la productivité [22]. Celle-ci est la clef de voûte de la prospérité d'un pays et de celle de l'entreprise qui en maîtrise les règles. Nul ne peut nier aujourd'hui son importance. Tous les pays développés ou en développement, toutes les économies de marché ou planifiées considèrent la productivité comme le principal moteur de la croissance économique et de l'augmentation; de la production. Par contre, la lenteur de la croissance, la non-gestion des crises répétées, l'instabilité intérieure de la firme, tout cela résulte infailliblement d'une mauvaise productivité [23].

La capacité d'adaptation, pour une entreprise, n'est pas suffisante, ni même celle de pouvoir survivre. Elle doit, plutôt, être capable d'agir en maître sur l'environnement compétitif turbulent où la mondialisation du marché, l'évolution rapide de l'innovation et de la technologie ne cessent d'engendrer des situations imprévisibles plus ou moins compliquées.

Pour l'entreprise, accroître la productivité, c'est être conscient des changements rapides et avoir les compétences nécessaires pour les accompagner en les prenant en charge. Le but de l'innovation est de créer un avantage concurrentiel pour l'entreprise par la transformation d'idées originales en applications profitables ou plus largement en valeurs. L'innovation porte sur le développement d'un nouveau procédé, voire d'une nouvelle approche de commercialisation ou d'organisation. Elle ne se résume pas tout simplement à l'élaboration d'un nouveau produit, mais il s'agit d'une vraie réflexion permanente et d'une prise en compte des besoins évolutifs du marché [24].

L'innovation confère aux entreprises la possibilité d'accroître leur productivité, solidifier leur situation compétitive sur le marché, perfectionner la qualité de leurs produits ou de leurs services, renforcer leurs aptitudes clés. Elle sert également à développer leur compétitivité hors-prix (innovation, différenciation, flexibilité, dépenses en recherche et développement). Bref, c'est un facteur décisif de la compétitivité et aussi dans la stratégie globale de la firme. Lorsqu'il s'agit des procédés de production, l'innovation produit à l'entreprise un avantage en termes de coût. Alors cette dernière, dans ce cas, peut soit faire baisser les prix, soit user d'un procédé d'augmentation des marges. Dans le cas où l'innovation concerne les prix, l'entreprise va se distinguer de ses adversaires.

Comme il en est de coutume dans tout travail scientifique, la première étape de la recherche, consiste à présenter la problématique que le chercheur souhaite résoudre afin d'identifier les problèmes posés ainsi que l'objet et le champ de la recherche [25]. Aussi, nous allons essayer grâce à ce travail de recherche de trouver la réponse à la problématique suivante:

Dans quelle mesure l'innovation et la flexibilité peuvent-elles contribuer à l'amélioration de la productivité des entreprises marocaines ? Cette problématique nous a permis de dégager un ensemble de questions qui sont les suivantes:

Quelle est l'importance accordée à l'innovation dans la conduite des activités des entreprises marocaines ?

L'accompagnement d'innovation dans la vie des entreprises marocaines est réductible à un état, à un moment ou est un processus en permanence ?

Quel le degré du renouvellement de la gamme de produits des entreprises marocaines ?

La Stratégie de productivité des entreprises marocaines est connue par l'ensemble du personnel ?

Quels sont les problèmes rencontrés au niveau da la coordination et concertation des activités des entreprises marocaines ?

Cet ensemble de questions entraine nécessairement la formulation d'un certain nombre d'hypothèses, afin de constituer un guide du cheminement et de structurer de la connaissance scientifique. Dans ce sens, la réponse à notre problématique et la réalisation des objectifs de notre recherche nous a incité à formulé l'hypothèse centrale de la manière suivante:

L'accompagnement de l'innovation dans la vie des entreprises ainsi qu'un degré élevé de flexibilité sont une réponse possible à l'amélioration de la productivité des entreprises marocaines.

La vérification de cette hypothèse centrale a suscité, à notre sens, la validation de quatre types de sous-hypothèses

L'importance accordée à l'innovation dans la conduite des activités des entreprises marocaines affecte positivement leur productivité dans le temps.

Le renouvellement de la gamme des produits est un facteur essentiel permettant d'accroître de façon permanente la productivité des entreprises marocaines.

La flexibilité doit être un pilier de la stratégie de productivité des entreprises marocaines car elle lui est bénéfique.

L'amélioration de la productivité des entreprises marocaines a pour condition un dépassement des problèmes de coordination et concertation des activités.

Nos hypothèses de recherche ont été considérées comme une réponse présumée à la problématique qui a orienté notre recherche.

7. DEROULEMENT DE L'ETUDE EMPIRIQUE ET PRESENTATION DES RESULTATS

Les notions vues jusqu'à présent forment un rappel des généralités et des pistes par lesquelles les gains de productivité peuvent être atteints. Quelque peu conceptuelles, elles risquent de rester relativement abstraites pour les décideurs et les responsables des entreprises. Cette deuxième partie en décrit la mise en pratique dans le contexte marocain.

Les résultats recueillis lors de la revue de littérature doivent maintenant être reformulés synthétisés dans un ensemble d'hypothèses généralisables et testables statistiquement à plus grande échelle sur un échantillon représentatif. C'est l'objet d'une étude quantitative sera menée auprès des chefs et responsables dans le domaine de l'entreprise. L'étude quantitative a été menée par questionnaire afin de réaliser l'articulation entre le modèle conceptuel (hypothèses) et le modèle opératoire de recueil des données [26].

Les interrogations étaient sous la forme de questions fermées par « oui » ou « non », de questions à choix multiples. Les cibles de l'enquête ont été les dirigeants des entreprises du niveau hiérarchique stratégique.

Élaborer un questionnaire consiste à formuler un ensemble de questions et de modalités de réponses et à les ordonner de telle façon que les réponses fournies permettent, après analyse des données, d'apporter un éclairage pertinent sur la problématique d'étude [27]. En ce sens, le questionnaire s'inscrit dans un cycle, qui est la démarche de notre étude, telle qu'elle apparaît dans la figure suivante:

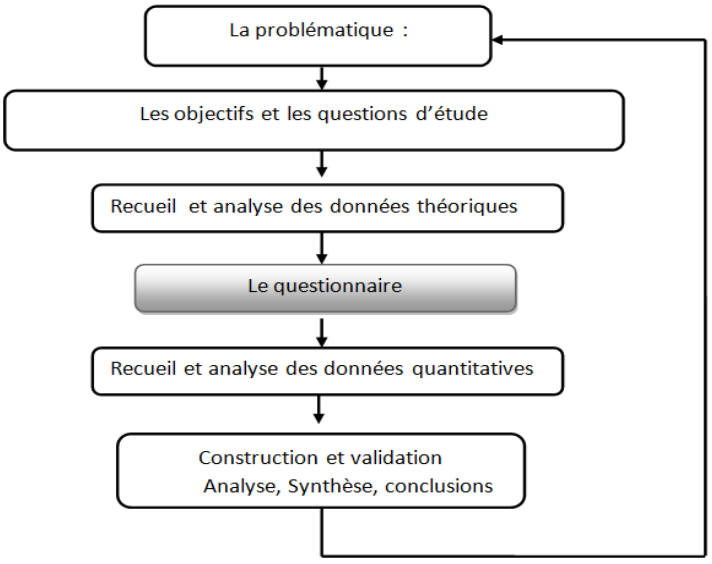


Fig. 3. La place du questionnaire la démarche d'étude (adaptée à notre démarche)

Le questionnaire a été élaboré sur la base de certaines dimensions qui cherchent à évaluer l'impact de l'innovation et de la flexibilité sur la productivité des entreprises marocaines. Nous nous sommes volontairement circonscrits aux dimensions qui nous ont semblé pertinentes dans le contexte marocain. Pour des raisons de délai, de coûts et d'accessibilité des enquêtés, il n'était pas possible d'interroger l'ensemble de la population objet d'étude. Nous avons donc, à cet effet, choisi la méthode d'échantillonnage la plus adaptée. Compte tenu des causes déjà citées, nous avons, en effet, choisi la méthode d'échantillonnage de convenance où les éléments de l'échantillon ne sont pas connus d'avance. Cette méthode nous a facilité, relativement, la tâche et nous a permis de saisir les occasions pour contacter les personnes les plus accessibles de notre échantillon. Il n'était pas question, dans cet échantillonnage de convenance, de généraliser les résultats, mais plutôt d'examiner les facteurs (innovation et flexibilité) qui peuvent influencer la productivité des entreprises marocaines en conditionnant le processus du développement de l'économie marocaine.

Nous avons eu soin, avant de commencer notre étude, d'établir un questionnaire, destiné à 350 entreprises installées au Maroc. Nos moyens de contact étaient variés: réseaux sociaux (Facebook, WhatsApp et LinkedIn), internet (emails électroniques), téléphones, voire contacts réels par rendez-vous. Parmi nos questionnaires, 166 nous ont été retournés, remplis. Mais nous en avons rejeté 16 parce qu'ils étaient soit incomplets, soit illisibles. Il nous reste donc 150 entreprises, ce qui nous fait un taux de réponses de 43 %. Nous considérons ce chiffre comme un succès, vu les contraintes, les coûts, les conditions d'accessibilité dans lesquelles se déroule cette enquête. Ce sont les dirigeants d'entreprises, de différents niveaux, qui ont rempli ces questionnaires.

Les tailles des entreprises étaient différentes: grandes, moyennes, petites et très petites entreprises. De même, l'échantillon touche les principaux secteurs économiques: agriculture, industrie, services, commerce et recherche de développement de l'information. Presque toutes les régions importantes du Maroc ont été représentées: Casablanca-Settat, Rabat-Salé-Kenitra, Tanger-Tétouan-Al Hoceima, Marrakech-Safi et Fès-Meknès. Il convient de rappeler que la région de Casablanca-Settat est considérée comme le 1er pôle compétitif du Royaume a un poids économique sans pareil.

Les quatre modes d'administration les plus répandus dans les recherches en gestion sont: le questionnaire électronique, le questionnaire postal, le questionnaire téléphonique et le questionnaire en face-à-face [28], en ajoutant l'importance actuelle du recours aux réseaux sociaux (Facebook, WhatsApp, Linkedln) pour administrer au mieux un questionnaire sachant que ces plates formes constituent aujourd'hui une piste pertinente pour la communication entre professionnels et surtout au niveau des jeunes. Notre étude quantitative a été menée par le biais de questionnaires administrés de différentes façons. Le tableau suivant résume nos modes utilisés pour l'administration de notre questionnaire.

Tableau 2. Modes d'administration d'un questionnaire

Eléments	Modes d'administration				
	Postal	**Email**	**Réseaux sociaux (Facebook, Linkedln et WhatsApp)**	**Téléphonique**	**Face à face**
Nombre des questionnaires rendus	**05**	**37**	**45**	**42**	**21**

Nous avons adopté plusieurs procédés pour collecter l'information, partant de l'enquête via les réseaux sociaux, passant par le face-à-face sur rendez-vous, le courrier électronique, le téléphone jusqu'à l'enquête par voie postale. D'autre part, plusieurs autres pistes ont été utilisées: associations professionnelles, Cabinets d'expertise comptable, commissions économiques de certains syndicats, groupements professionnelles, quelques partis, politiques, etc. Malgré tous les obstacles rencontrés, on est parvenu à réaliser un taux de retour de 43 %.

7.1. ANALYSE UNIVARIEE: DESCRIPTION DES DONNEES

D'abord, nous avons entamé nos analyses sur les données récoltées, en adoptant une approche descriptive, pour délimiter notre échantillon. Cette approche a pour fin d'analyser l'ensemble des données et nous permettre de décrire et résumer leurs principales caractéristiques en les insérant autant que possible dans une représentation graphique.

7.1.1. EFFECTIF

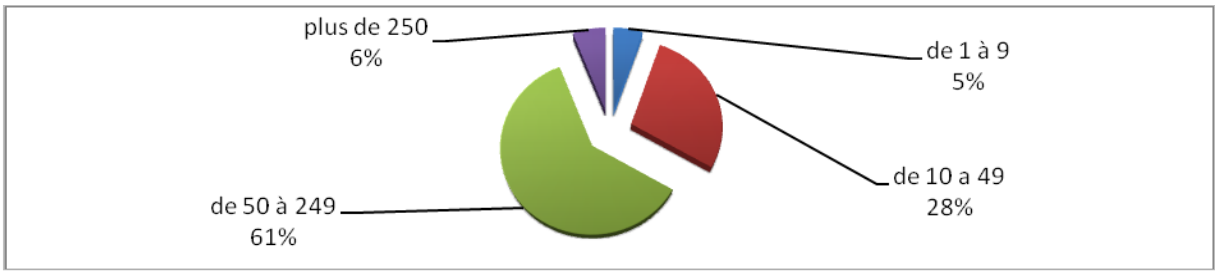


Fig. 4. Effectif

Plus de la moitié des entreprises répondantes (61%) embauchent entre 50 et 249 salariés, ce qui fait d'elles des entreprises de « taille moyenne", alors que les petites entreprises représentent 28% du total des répondants, ensuite, les entreprises de « grande taille » (celles qui embauchent plus de 250 salariés) représentent 6% des répondants. Enfin, les entreprises de très petite taille ne représentent que 5% des répondants

7.1.2. CHIFFRE D'AFFAIRES

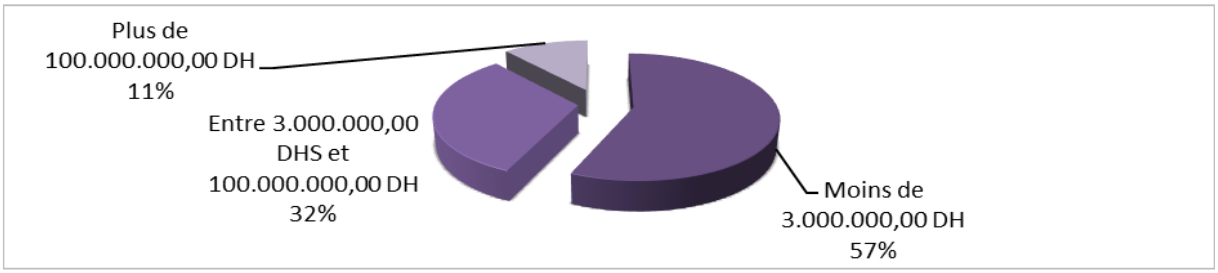


Fig. 5. Chiffre d'affaires

S'agissant du chiffre d'affaires (mesuré en dirhams marocains « MAD »), 57% des entreprises de notre échantillon ont réalisé un chiffre d'affaires moins de 3 millions de MAD; 32% des entreprises ont un chiffre d'affaires compris entre 3 et 100 millions de MAD). Enfin, 11% des répondants sont des entreprises qui ont atteint un chiffre d'affaires plus de 100 millions de MAD.

7.1.3. SECTEUR D'ACTIVITE

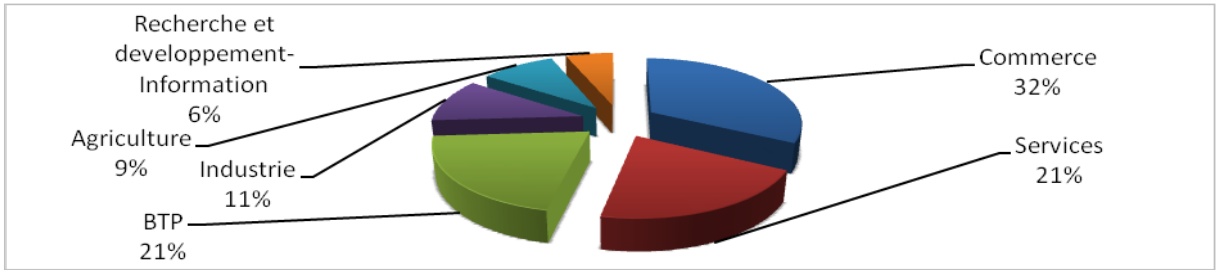


Fig. 6. Secteur d'activité

Les secteurs du commerce (33% de l'échantillon), des services (21% de l'échantillon) et du Bâtiment et des Travaux publics (BTP, 21% de l'échantillon) sont les plus représentés, suivis des secteurs de l'industrie (11% de l'échantillon), de l'agriculture (9% de l'échantillon) et de la recherche & développement d'information (6% de l'échantillon).

7.1.4. LOCALITÉ DE L'ENTREPRISE (RÉGION)

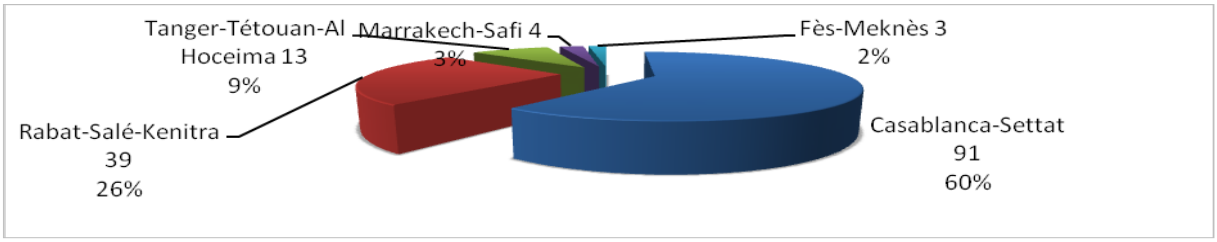


Fig. 7. Localité de l'entreprise (Région)

Les entreprises de notre échantillon sont implantées dans cinq régions du Maroc **ayant une contribution régionale la plus importante à la création du PIB et** qui constituent les pôles économiques les plus importants du pays, à savoir: la région de Casablanca-Settat (91 entreprises soit 60% de l'échantillon); suivie de la région de Rabat-Salé-Kenitra (39 entreprises soit 26% de l'échantillon); la région de Tanger-Tétouan-Al Hoceima (13 entreprises, soit 9% de l'échantillon); la région de Marrakech-Safi (4 entreprises soit 3% de l'échantillon); et en fin la région de Fès-Meknès (2% de l'échantillon).

7.1.5. LA PLACE DE L'INNOVATION DANS LA CONDUITE DES ACTIVITÉS DES ENTREPRISES

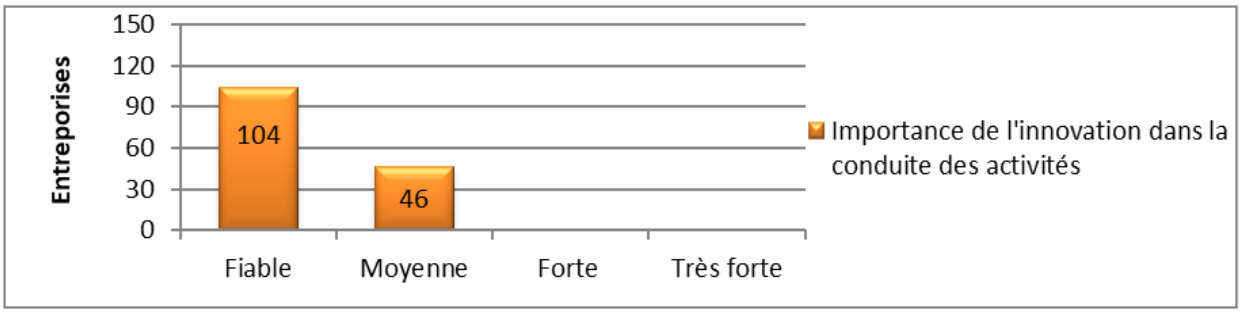


Fig. 8. La place de l'innovation dans la conduite des activités

L'importance accordée à l'innovation dans la conduite des activités par les entreprises qui constituent notre échantillon est nettement délimitée par un intérêt faible (69%) puis moyen (31%), par ailleurs aucune entreprise répondante ne donne un poids très fort ou fort par rapport à l'innovation dans la réalisation des opérations.

7.1.6. L'ENTREPRISE ET LA NATURE DE VISION POUR L'INNOVATION

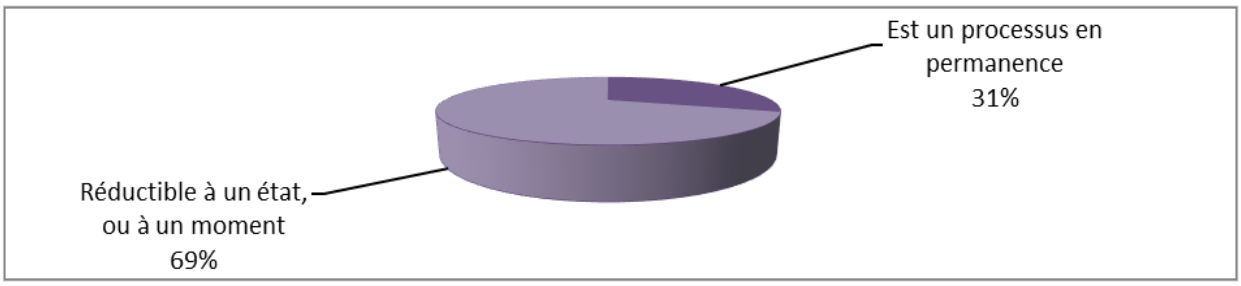


Fig. 9. Vision pour l'innovation

L'innovation est considérée comme un processus en permanence chez 31% des répondants mais elle est seulement réductible à un état, ou à un moment pour d'autres (69%).

7.1.7. LE NIVEAU DE RENOUVELLEMENT DE LA GAMME DES PRODUITS DES ENTREPRISES

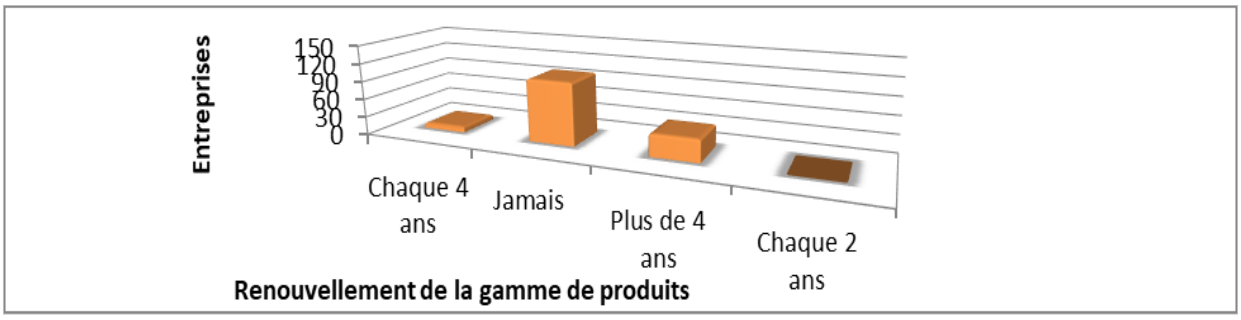


Fig. 10. Renouvellement de la gamme de produits

Le renouvellement de la gamme de produits est effectué tous les 4 ans chez 6% des entreprises questionnées et nécessite plus de 4 ans pour 25%, sachant que 104 entreprises n'ont jamais renouvelé leurs produits et aucune entreprise de notre échantillon ne pratique un renouvellement de produits pour tous les deux ans.

7.1.8. LA DÉMARCHE QUALITÉ AU NIVEAU DES ENTREPRISES

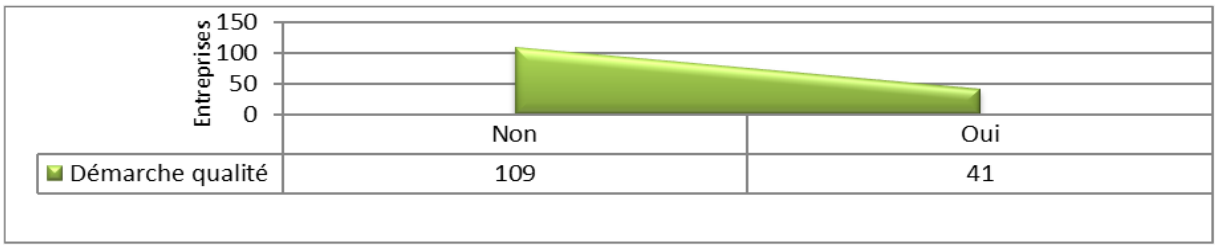


Fig. 11. Démarche qualité

27% des répondants déclarent l'élaboration d'une démarche qualité clairement formulée dans leurs entreprises, 73% ne la font pas.

7.1.9. LA DIFFUSION DE LA STRATEGIE DE PRODUCTIVITE

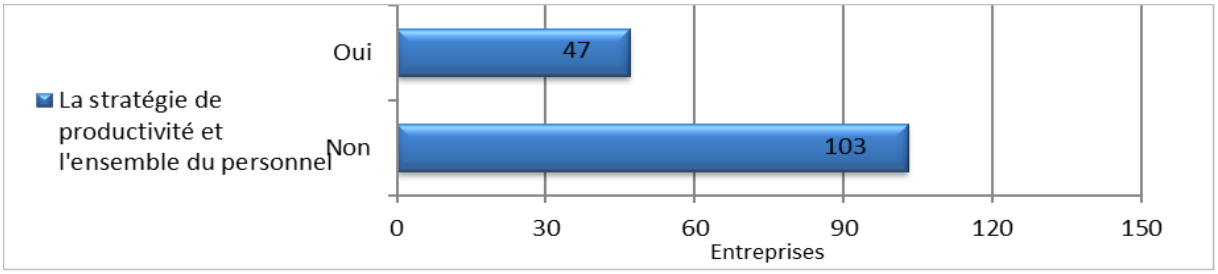


Fig. 12. La diffusion de la stratégie de productivité

Pour 31% des entreprises questionnées il existe une diffusion de la stratégie de productivité du fait que cette dernière est connue par l'ensemble du personnel, pour 69% les salariés n'ont aucune information sur la stratégie de productivité de l'entreprise.

7.1.10. LES SUPPORTS COMMUNICATIONNELS DES ENTREPRISES ET LA DIFFUSION DE LA STRATÉGIE DE PRODUCTIVITÉ

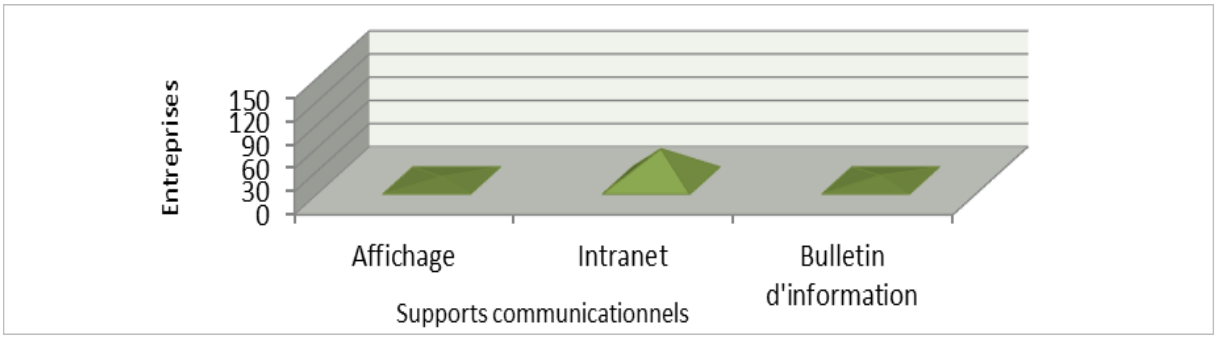


Fig. 13. Supports communicationnels et diffusion de la stratégie de productivité

Parmi les entreprises qui déclarent avoir déjà diffusé la stratégie de productivité pour l'ensemble du personnel de l'entreprise (31% des répondants), 27% se basent pour la réalisation de cette opération sur le support de communication Intranet, 5% sur les bulletins d'information et 3% sur l'affichage.

7.1.11. LA NATURE DES PROBLÈMES RENCONTRÉS AU NIVEAU DA LA COORDINATION ET CONCERTATION DES ACTIVITÉS DES ENTREPRISES

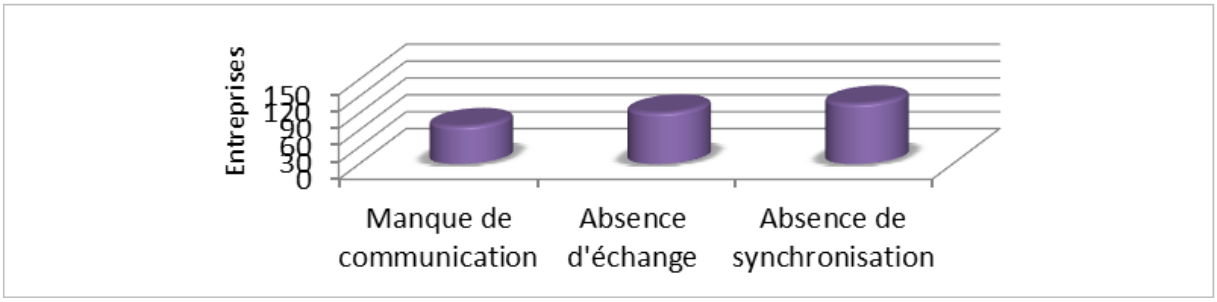


Fig. 14. Nature des problèmes de coordination et concertation des activités

Concernant les problèmes rencontrés au niveau de la coordination et concertation des activités des entreprises, 71% des répondants déclarent qu'ils font face notamment au manque de communication entre département, services et ateliers, 61% annoncent que c'est essentiellement dû à l'absence d'échange d'information, 45% portent sur l'absence de synchronisation.

7.2. LES ANALYSES CROISEES

En nous appuyant sur les analyses croisées ou bivariées, nous aurons la possibilité d'affiner notre travail, en prenant pour objectif celui d'examiner les relations pertinentes éventuelles existant entre deux variables. En d'autres termes, examiner les relations entre les pratiques adoptées par les entreprises en matière de l'innovation et de flexibilité et leurs déterminants en matière de productivité. Il s'agit de montrer la différence de la productivité entre les entreprises en fonction des facteurs influençant chacune d'elles. Afin d'étudier la significativité statistique de ces relations, nous avons procédé à des tests du Khi-deux grâce au logiciel SPSS version 29 avec un seuil de significativité appliqué de 5%.

7.2.1. LA RELATION: PLACE DE L'INNOVATION DANS LA CONDUITE DES ACTIVITES DES ENTREPRISES X PRODUCTIVITE

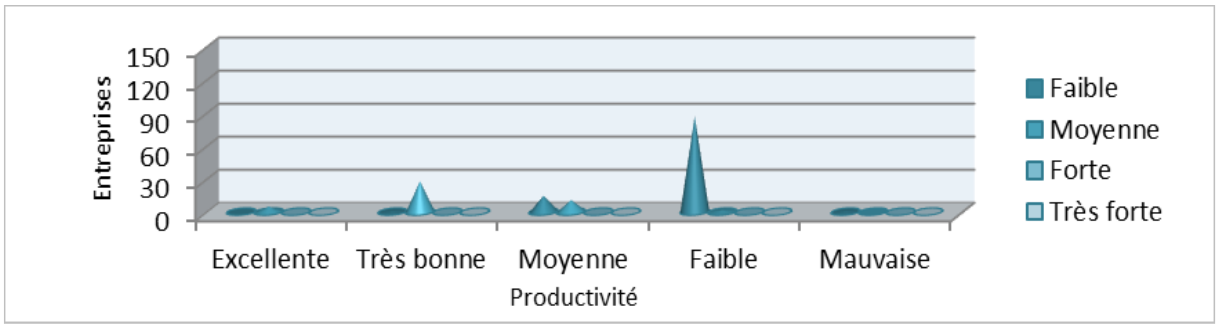


Fig. 15. La relation innovation x productivité

Il existe un lien statistique entre l'innovation et la productivité (valeur du Khi-deux = 111,418; ddl = 4; signification = 0.000). Sachant qu'aucune entreprise de notre échantillon n'a accordé une forte importance à l'innovation pour la conduite des activités, Il ressort des analyses que les entreprises qui ont une importance moyenne concernant l'innovation soit 22% de notre échantillon ce sont celles qui ont réalisé une excellente et une très bonne évolution de la productivité durant les 5 dernières années. Par ailleurs, les entreprises qui n'innovent jamais ou d'une manière très faible constituant 59% de notre échantillon n'ont pas réussi à améliorer et leur productivité.

7.2.2. LA RELATION: NIVEAU DE RENOUVELLEMENT DE LA GAMME DES PRODUITS DE L'ENTREPRISE X PRODUCTIVITE

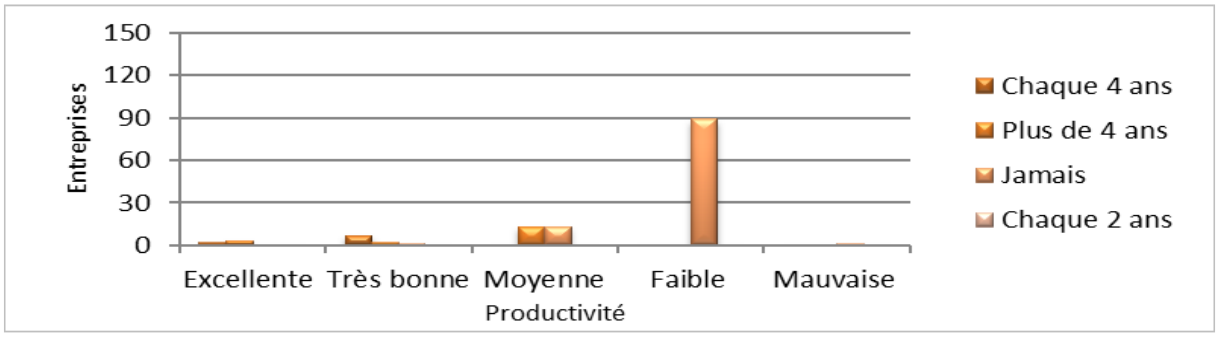


Fig. 16. La relation renouvellement de la gamme des produits x productivité

Il existe une relation statistique entre le renouvellement de la gamme des produits et la productivité (valeur du Khi-deux = 136,361; ddl = 2; signification = 0.000).Ce sont les entreprises (23%) qui renouvellent la gamme de leurs produits au moins tous les 4 ans ou plus qui ont atteint une excellente ou une très bonne évolution de leur productivité. Par contre, les entreprises qui n'ont jamais effectué des renouvellements pour l'ensemble des produits et qui représentent 59% de notre échantillon ont une productivité faible durant les 5 dernières années. Notons enfin, qu'aucune entreprise de notre enquête n'a fait un renouvellement de la gamme des produits pendant des courtes périodes (toutes les deux années).

7.2.3. LA RELATION: VISION DE L'INNOVATION X PLACE DE L'INNOVATION DANS LA CONDUITE DES ACTIVITES

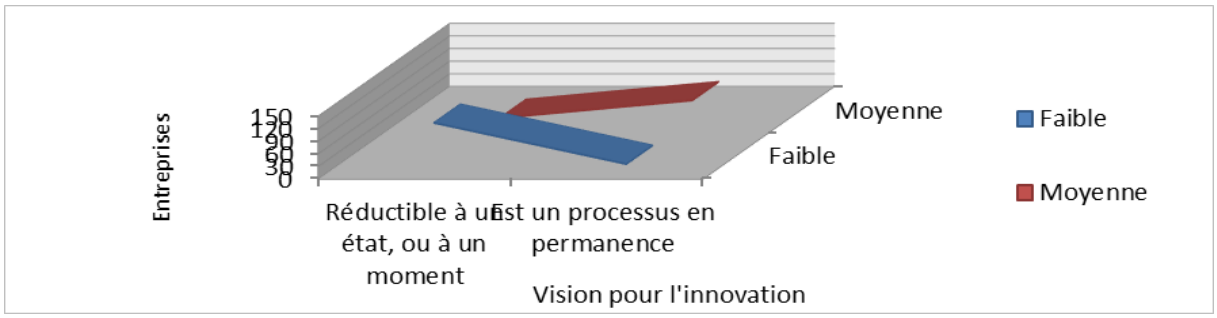


Fig. 17. La relation vision de l'innovation x importance de l'innovation

Il existe un lien statistique entre la vision de l'innovation et l'importance de celle-ci dans l'entreprise (valeur du Khi-deux = 126,025; ddl = 8; signification = 0.000). Les entreprises (28% de notre échantillon) qui accordent une importance moyenne à l'innovation dans la conduite de leurs activités considèrent que cette dernière est un processus continu, par contre, les autres (67% de notre échantillon) qui estiment que l'innovation est seulement réductible à un état ou à un moment ne lui donnent pas une grande importance.

7.2.4. LA RELATION: DEMARCHE QUALITE X PRODUCTIVITE

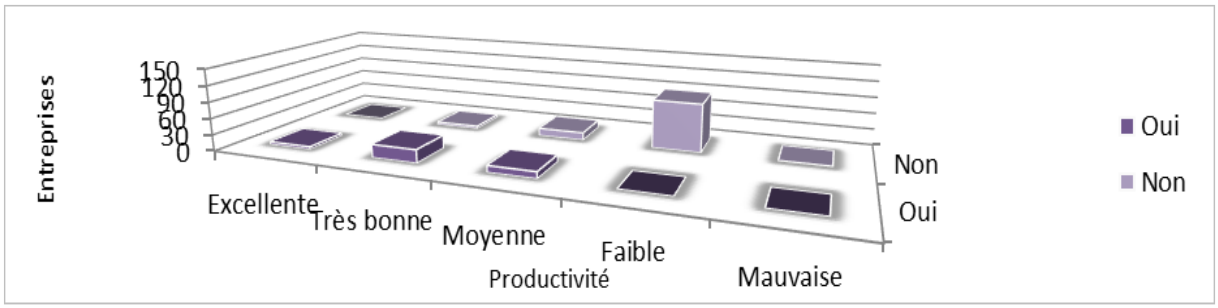


Fig. 18. La relation démarche qualité x productivité

Il existe un lien statistique entre la démarche qualité de l'entreprise et la productivité (valeur du Khi-deux = 96,635; ddl = 4; signification = 0.000). Il ressort des analyses que les répondants qui ont une très bonne évolution de la productivité de leurs entreprises durant les 5 dernières années soit 16 % de notre échantillon disposent d'une démarche qualité clairement formulée, pour 59% qui ont une faible évolution de leur productivité cette question de démarche qualité n'existe pas.

7.2.5. LA RELATION: DECENTRALISATION X PRODUCTIVITE

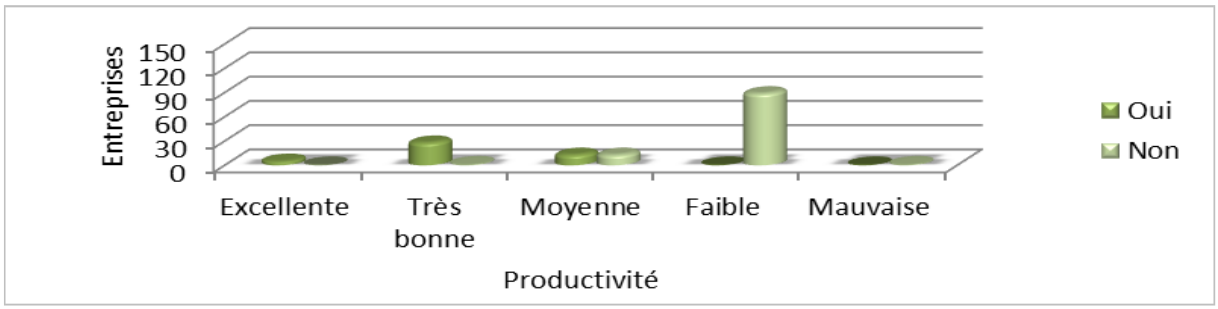


Fig. 19. La relation décentralisation x productivité

Il existe une relation statistique entre la décentralisation de la décision et les responsabilités dans l'entreprise et la productivité (valeur du Khi-deux = 118,072; ddl = 8; signification = 0.000). Les analyses montrent que lorsqu'il existe une décentralisation de la décision et des responsabilités au sein de l'entreprise cette dernière sera dotée d'une excellente ou très bonne évolution de la productivité et c'était le cas de 22% des entreprises répondantes à notre questionnaire. D'autre part l'absence d'une telle décentralisation ou délégation influence négativement la productivité et la rend faible et c'était exactement l'exemple de 59% des entreprises de notre échantillon.

7.2.6. LA RELATION: SYSTEME D'INFORMATION OU DE PILOTAGE X STRATEGIE DE PRODUCTIVITE

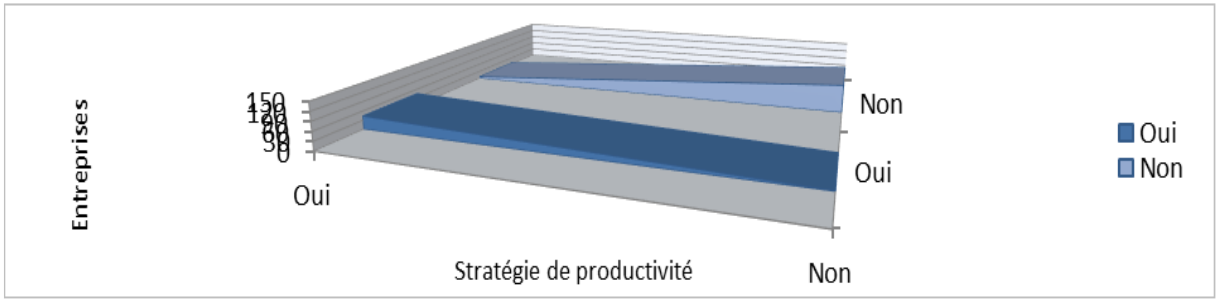


Fig. 20. La relation système d'information ou de pilotage x stratégie de productivité

Il existe un lien statistique entre la mise en place d'un système d'information et de pilotage et la stratégie de productivité de l'entreprise (valeur du Khi-deux = 123,776; ddl = 4; signification = 0.000). Les résultats obtenus indiquent que si l'entreprise dispose d'un système d'information ou de pilotage fiable et pertinent sa stratégie en matière de productivité sera diffusée et connue par l'ensemble de son personnel permettant une meilleure collaboration et coopération afin d'améliorer la productivité de l'entreprise et cette situation représente 29% des entreprises sondées lors de notre enquête. D'un autre côté en l'absence d'un système d'information la stratégie de l'entreprise reste bloquée dans le top management sans aucun partage avec les salariés ce qui va influencer négativement la productivité et c'était le cas de 65% des entreprises répondantes.

7.3. SYNTHESE ET CONCLUSION SUR LES HYPOTHESES

Afin de développer et affiner notre recherche empirique, nous avons été amenés tout au long de notre travail à vérifier un certain nombre d'hypothèses permettant d'examiner la nature des liens de causalité entre la productivité des entreprises marocaines et les facteurs impactant celle-ci en matière de l'innovation et de la flexibilité. Rappelons que nous avons vérifié nos hypothèses à l'aide du test de Khi-deux. Les réponses aux questions de notre questionnaire posées au cours de la deuxième phase de la recherche, on constate que 150 entreprises constituant notre échantillon, confirment dans l'ensemble la validité de chaque hypothèse de la recherche.

Notre hypothèse considère que l'innovation et la flexibilité sont positivement liées à la productivité des entreprises marocaines est vérifié, et ce, en se basant sur les critères à savoir l'importance de l'innovation, le renouvellement de gamme des produits et la qualité. S'agissant de notre échantillon, le degré d'importance accordé à l'innovation dans la conduite des activités a impacté positivement l'évolution de la productivité des entreprises (valeur du Khi-deux = 111,418; ddl = 4; signification = 0.000). Les résultats concernant notre échantillon déclarent aussi que les entreprises qui introduisent des renouvellements permanents concernant la gamme des produits ont pu récolter davantage de retombées d'une meilleure productivité (valeur du Khi-deux = 136,361; ddl = 2; signification = 0.000). Les entreprises ayant une démarche qualité clairement formulée ont réalisé une excellente ou très bonne productivité, il existe un lien significatif entres ces deux mesures (valeur du Khi-deux = 96,635; ddl = 4; signification = 0.000). En plus les entreprises qui ont fait preuve d'un haut degré de flexibilité ont réussi de préserver, voire de développer leur productivité.

8. IMPLICATIONS STRATÉGIQUES ET MANAGÉRIALES

C'est quoi entreprendre ? Entreprendre c'est créer, et la création implique l'innovation. Innover de plus en plus, et cela doit s'effectuer dans le cadre de la recherche scientifique appliquée, pour qu'elle ne reste pas théorique, il faut donc que cette recherche scientifique soit accompagnée par une mise à niveau technique des salariés de l'entreprise et du travail qualifié.

Créer et innover, c'est introduire le progrès technologique, il faut être vigilant et poursuivre toutes les nouveautés en ce domaine. Il faut prendre en compte l'obsolescence des produits par exemple, on fabrique des verres, mais les personnes préfèrent boire aux gobelets, car en l'absence de l'innovation, on ne peut pas bénéficier des gains de productivité surtout que les limites de cette dernière se fondent nécessairement dans l'obsolescence du produit.

L'entreprise marocaine devra prendre le risque de diversifier les échanges, les clients, les fournisseurs et de tenter même de s'éloigner de l'Europe malgré les considérations économiques, politiques et culturels qui existent parce que ce n'est pas efficient de rester toujours attaché à l'Europe surtout à la France, mais il faut que les entreprises marocaines mettent en place des politique de diversification pour accroître la productivité et la compétitivité. Tenter d'autres marchés que les marchés traditionnelles, en dépit des relations historiques que tient le Maroc avec le vieux continent, il faut voir d'autres cieux, comme l'Amérique latine, l'Afrique subsaharienne, et surtout les pays de l'est de l'Asie.

C'est ainsi que, l'entreprise marocaine doit changer de stratégies, car il ne suffit plus de produire pour vendre, mais il faut encore s'efforcer de satisfaire les besoins des clients en leur offrant au meilleur coût un produit meilleur par ses performances, par son esthétique bref, par sa qualité, parce que les formalités quantitatives ne sont pas les solutions avec l'extension de la technologie et la généralisation des mêmes coûts.

De ce fait, la qualité constitue l'un des moteurs essentiels de la compétitivité moderne, elle est devenue un enjeu stratégique majeur dans une concurrence mondiale de plus en plus exacerbée.

L'entrepreneur marocain devrait à un moment donné anticiper les évolutions et s'inscrire dans une logique évolutive de rénovation de son parc industriel, mais parfois les entreprises marocaines ne le font pas et on se trouve devant des bilans qui sont déposés aux impôts et au tribunal de commerce qui font ressortir une grande partie des déficits comptables parce que seulement 2 % des entreprises marocaines payent 80 % des impôts cela signifie effectivement qu'il y a une absence de résultats, car si l'entreprise connaît une perte ou un résultat équilibré, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de productivité ni de compétitivité, on voit que les entreprises travaillent pour les banques en analysant la relation entre la rentabilité économique et financière même s'il existe actuellement ce qu'on appelle l'intelligence économique d'investissement.

De même, sans l'amélioration des procédés technologiques et de management utilisés, il est impensable d'espérer l'avancement de cette productivité. Cela passe par la consolidation de l'ouverture de l'économie pour profiter des bienfaits de transfert technologique et de la concurrence. D'ailleurs, si les gains de productivité restent principalement liés actuellement à un nombre limité de quelques secteurs comme les télécommunications, les transports, les services financiers (la banque et l'assurance), c'est parce que ces derniers bénéficient de plusieurs réformes considérables en les ouvrant à la privatisation et à la concurrence, et ce, contrairement à d'autres secteurs comme l'agriculture où les gains de productivité restent généralement plus modestes.

Malgré l'existence des secteurs de création et de compétitivité dans notre pays comme l'activité de la plasturgie. Le Maroc est fort dans ce domaine, on détient une véritable industrie dans ce secteur, par exemple, le produit qui permet de sécher la menthe, c'est typiquement marocain à 100 %.

La clé de la compétitivité des entreprises marocaines réside essentiellement dans l'investissement à l'innovation et de faire preuve d'un degré élevé en matière de flexibilité qui leur a permis de préserver, voire de développer leur productivité et compétitivité, parce que maintenant, les entreprises marocaines n'ont plus le choix, autrement dit, elles sont dans une stratégie de suivisme et elles souffrent sur le marché en matière de concurrence.

9. CONCLUSION

Aujourd'hui, il devient insuffisant d'utiliser l'approche traditionnelle des gains où la productivité est limitée aux techniques classiques de gestion de l'entreprise. C'est plutôt la mise en œuvre de tous les éléments de production qu'il est nécessaire d'engager. L'identification des facteurs d'amélioration est l'une des priorités de cette stratégie, sans oublier le fait de disposer d'un système performant qui puisse satisfaire à toutes les exigences et s'adapter à tous les changements environnementaux. Les moyens et méthodes pratiques d'amélioration de la productivité sont nombreux. Mais la plus rentable des gestions reste le recours à l'innovation comme un processus permanent dans la conduite des activités et faire preuve d'un niveau de flexibilité élevé permettant de réaliser à la fois une très bonne qualité et une excellente productivité.

La productivité comporte les moyens de production déjà connus dans l'économie nationale (matières premières, ressources humaines et capitaux) mais elle s'intéresse aussi à la perfection des instruments de travail, à l'amélioration du domaine organisationnel et institutionnel, à la mise en équilibre entre la gestion de la production et celle des ressources humaines, à la formation et au recyclage du personnel, sans oublier la nécessité d'introduire les technologies nouvelles et celle de mettre en

place une infrastructure convenable. L'entreprise doit chercher à tirer des avantages non seulement de la microéconomie disponible dans son environnement économique, mais aussi de la macroéconomie qui dépend notamment de l'Etat.

Autrefois, les entreprises fonctionnaient d'une façon relativement stable, et s'il y avait échec ou faillite, cela n'était dû qu'à une erreur ou une faute grave de management. Cependant, dans un passé proche, bien des chefs d'entreprises ont été exposés à des problèmes déconcertants. Certaines entreprises, quoique bien gérées se sont vu s'effondrer.

En analysant l'effet de l'innovation et la flexibilité sur le processus productif des entreprises marocaines, nous dirons qu'il existe une pleine conviction dans le fait que les entreprises marocaines sont capables de se construire un avenir brillant rien que par l'amélioration de la productivité et par l'innovation de stratégies souvent modifiées et adaptées aux survenues incessantes des changements, et ce, malgré les problèmes liés au financement.

REFERENCES

[1] P. Hugon, "Le retour du Maroc au sein de l'Union africaine et son adhésion à la CEDEAO: quelles conséquences pour les ensembles régionaux ?" Institut de Relations Internationales et Stratégiques, Analyses, 2017.

[2] B. Attali and B. Yon, *Management et financement de l'innovation, 1e édition*, Eyrolles, 2015.

[3] F. Schaller, *Essai critique sur la notion de productivité*, Droz, 1966.

[4] L. A. Vincent, "Définition et mesure de la productivité", *Journal de la société de Paris*, pp.35-46, 1959,

[5] A. Dominique and B. Roux, *La productivité autrement*, Editions L'Harmattan, 1994.

[6] Centre d'Etudes et de Mesure de la Productivité, "Concepts et terminologie de la productivité", Revue de Statistique Appliquée, pp.89-96, 1954.

[7] A. Burlaud, J. Y. Eglem and P. Mykita, *Dictionnaire de gestion: Comptabilité, finance, contrôle, 2e édition*, Foucher, 2004.

[8] Bureau International du Travail (BIT), *La mesure de la productivité du travail*, Etudes et documents, 1969.

[9] OCDE, *La productivité multifactorielle*, [Online] Available: https://data.oecd.org/fr/lprdty/productivite-multifactorielle.htm, 2022.

[10] Institute of Management Technology (IMT), "Productivity Analysis", *Centre for Distance Learning*, pp.39-46.

[11] Organisation Internationale du Travail (OIT), *Gérer mieux votre entreprise (GERME): Personnel et productivité*, Département des Entreprises, 2016.

[12] F. Schaller, *La notion de la productivité: Essai critique*, Droz, 1975.

[13] D. Maschino*, Changements organisationnels pour améliorer la productivité et l'emploi - Recueil de cas vécus*, Bibliothèque nationale du Québec, 2005.

[14] P. Zarifian, *La nouvelle productivité*, Editions L'Harmattan, 1990.

[15] A. Groff, *Manager l'innovation, 1e édition*, Afnor, 2009.

[16] S. L. Kartochian and S. Jossien, *L'essentiel du management des entreprises,* 6e édition, GUALINO, 2018.

[17] P. A. Julien, J. St-Pierre and R. Beaudoin, "Innovation dans les PME, nouvelles technologies et leur financement : une synthèse des travaux récents", *Revue Canadienne des Sciences de l'Administration*, pp. 332-346, 1996.

[18] T. Durand, *Management d'entreprise 360º - Principes et outils de la gestion d'entreprise*, Dunod, 2016.

[19] A. Coulaud, C. Croce and B. Dervaux, *Les ratios de productivité*, Editions d'organisation, 1986.

[20] PIMIDO, *Comment augmenter la flexibilité des entreprises - l'arbitrage employeur – employé*, [Online] Available: https://www.pimido.com/businesscomptabilitegestionmanagement/ressourceshumaines/dissertation/augmenter-flexibilite-entreprises-arbitrage-employeur-employe-501294.html, 2004.

[21] R. Reix, "Marchés et organisations hiérarchisées". A propos d'un ouvrage d'O.E. Williamson. *Revue d'économie industrielle*, pp.110-113, 1979.

[22] H. Savall and V. Zardet, *Maîtriser les coûts et les performances cachés, 5e édition*, Economica, 2010.

[23] J. Prokopenko, *Gérer la productivité: Manuel pratique, 1e édition*, Bureau International de Travail, 1990.

[24] B. Bachy and C. Harache, *Toute la fonction management*, Dunod, 2010.

[25] H. Savall and V. Zardet, *Recherche en sciences de gestion: approche qualimétrique: Observer l'objet complexe*, Economica, 2004,

[26] J. C. Zanga, "De la complémentarité des méthodes de recherche en sciences sociales: essai de réflexion", *Communication au Congrès International* organisé par l'ISEOR, Lyon 2007.

[27] H. Boulan, *Le questionnaire d'enquête: Les clés d'une étude marketing ou d'opinion réussie*, Dunod, 2015.

[28] R. A. Thietart, *Méthodes de recherche en management, 4e édition*, Dunod, 2014.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 764-775
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Efficacité de la gratuité de l'enseignement en République Démocratique du Congo

[Effectiveness of free education in the Democratic Republic of Congo]

Samukano Kaveta Teddy[1], Dibwe Kitenge Cedric[1], Mbuyi Wa Mbuyi Stephane[2], Mutunda Nyabanda Louise[1], Urung Fwane Dieudonné[3], Mulenda Kingwezya Jacques[1], and Kayiba Bukasa Noella[1]

[1]Département des Sciences Informatiques de Gestion - Sciences Commerciales et Administratives, ISP - Lubumbashi, RD Congo

[2]Département des Mathématiques Informatiques, ISP - Lubumbashi, RD Congo

[3]Département des Sciences Informatiques, UML - Lubumbashi, RD Congo

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The purpose of this article is in line with the logic of analyzing the effectiveness of free education in the Democratic Republic of Congo. Free education is a law passed by the National Assembly of the Democratic Republic of Congo which stipulates that the government must take charge of the education of primary school children by relieving parents of the payment of school fees. In this article we will highlight the effectiveness of the said free education after an analysis of the survey results and propose some recommendations for the success of free education in the Democratic Republic of Congo.

KEYWORDS: Basic education, teacher, headteacher, parents.

RESUME: L'objet de ce présent article s'inscrit dans la logique d'analyser l'efficacité de la gratuité de l'enseignement en République Démocratique du Congo. La gratuite de l'enseignement est une loi votée par l'assemblée nationale de la République Démocratique du Congo qui stipule que le gouvernement doit prendre en charge l'éducation des enfants de cycle primaire en déchargeant ainsi les parents au paiement de frais scolaire. Dans cet article nous mettrons en lumière l'efficacité de ladite gratuité de l'enseignement après une analyse des résultats d'enquête et proposer quelques recommandations pour la réussite de la gratuité de l'enseignement en République Démocratique du Congo.

MOTS-CLEFS: Education de base, enseignant, chef d'établissement, parents.

1. INTRODUCTION

Depuis la colonisation et même après l'indépendance, l'enseignement au Congo et puis Zaïre, était gratuit et les parents par peur d'être taxés par le pouvoir colonial, envoyaient leurs enfants à l'école où ils étaient même nourris du lait le matin et la bouillie appelée: poritch à midi. Mais au début des années 1990, sous le coup de vent de la perestroïka avec le Président Russe, Michaël Gorbatchev et aussi suite à l'échec des différents programmes d'ajustement structurel dû à l'indiscipline fiscale, la Banque Mondiale décide d'interrompre son soutien. Ainsi l'Etat fait face à une crise économique, politique et sociale; le pays n'arrive plus à payer les enseignants; d'où le début des grèves longues des enseignants.

Mais, pour éviter que les années ne soient pas déclarées blanches, les parents réunis en association appelée: Association des Parents du Zaïre (ANAPEZA) et le syndicat d'enseignants du Zaïre (SYEZA) concluent un protocole d'accord le 10 octobre 1993 où les parents s'engagent à payer une prime de motivation aux enseignants temporairement en attendant que l'Etat se réorganise pour reprendre ses responsabilités. C'est ainsi que l'Etat va instituer officiellement ces pratiques qui demeurent près de 30 ans; avec comme conséquence la non scolarité de beaucoup des jeunes pendant plus de 30 ans.

C'est ainsi que l'Assemblée Nationale va voter une loi instituant la gratuité, celle – ci est restée lettre morte jusqu'à l'avènement du Président Felix TSHISEKEDI; qui via le tweet de Madame TINA SALAMA, porte-parole adjointe à la présidence, annonce le 20 Août 2019 la nouvelle de la prise en charge de l'éducation des enfants: « gratuité de l'enseignement » et déchargeant ainsi les parents des primes de motivation et autres frais toujours croissants chaque année, que leur imposent les différentes écoles.

2. APPROCHES CONCEPTUEL DU SUJET

- **Gratuité de l'enseignement:** est la prise en charge par l'Etat des frais de scolarité de l'éducation de base dans les établissements publics (loi cadre page 18).
- **Education de base:** ensemble des connaissances et des compétences essentielles requises pour la vie, principalement la capacité de lecture, d'écriture, de calcul, d'expression orale et écrite.
- **Education pour tous:** assurer aux garçons et filles les moyens pouvant leur permettre d'achever le niveau d'école primaire pour être utiles à la société.

3. PROBLEMATIQUE DU SUJET

3.1. PRÉSENTATION DES DONNÉES DESCRIPTIVES DE L'ÉTUDE

Les résultats que nous proposons ici concernent essentiellement les données collectées à partir de trois questionnaires destinés aux enseignants; chefs d'Etablissement du primaire et aux parents d'élèves.

3.2. PARTICIPANTS ET ÉCHANTILLONNAGE

Certains paramètres comme le sexe et le statut socioprofessionnel vont permettre de faire l'identification de ces enquêtés.

Tableau 1. Présentation de la population d'étude selon le sexe

Sexe / Sujets	Masculin	Féminin	Total
Enseignants	10	9	19
Parents	11	8	19
Chefs d'Etablissement	16	2	18
Total	37	19	56

Cet échantillon de la population d'étude regroupe des chefs d'établissement, des enseignants et des parents d'élèves. Il est composé de 18 chefs d'Etablissement soit 32%; les enseignants au nombre de 19 Soit (33,9%) et les parents d'élèves quant à eux sont 19 soit 33,9 %.

Tableau 2. Répartition des enseignants suivant leur statut professionnel.

Enseignants	Effectifs	Fréquence (%)
Enseignants payés	11	55
Nouvelles Unités et Non payés	9	45
Total	20	100

L'échantillon des enseignants est fait en majorité des enseignants payés (55 %). Ils sont également les plus anciens au poste. Les nouvelles unités (NU) et non payées (NP) soit 45% constituent le personnel dont le processus de régularisation de leur paiement est en cours.

Tableau 3. Répartition des parents selon leur statut professionnel.

Parents	Effectifs	Fréquence (%)
Ayant un emploi rémunératif	5	26,4
Sans emploi	14	73,6
Total	19	100

Les parents classés dans le registre « ayant un emploi rémunératif » sont ceux qui exercent une activité permanente et ayant un revenu stable. Ils se comptent parmi les fonctionnaires, les travailleurs, les commerçants.

Les « Sans emploi » sont des parents qui vivent dans la précarité. Ils exercent soit les petits métiers soit l'agriculture avec des revenus médiocres. Les deux catégories des parents n'appréhendent pas le phénomène de la gratuité de la même façon. Les premiers n'y voient pas la qualité dans l'éducation gratuite. Ils pensent même que la gratuité est une histoire des pauvres. Les seconds, peut-être n'ayant pas de choix, adhèrent facilement à l'idée de la gratuité de l'éducation de base.

3.3. MÉTHODOLOGIE D'ÉTUDE

Nous avons utilisé les instruments ci-après:

- L'observation sur terrain (écoles publiques)
- L'entretien
- Les questionnaires soumis aux différentes catégories d'opérateurs de l'éducation (Enseignants, parents d'élèves et les chefs d'Etablissement).

4. RESULTATS

Nos résultats seront présentés selon 3 catégories des personnes enquêtées à savoir:

1. Les enseignants
2. Les parents
3. Les chefs d'Etablissement

Tableau 4. Distribution des scores des enseignants aux 17 items du questionnaire (cfr Annexe 1)

ITEMS / ASSERTION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
A	3	8	9	12	11	4	11	12	5	7	9	7	12	13	8	9	5
B		3			4	9	4		10	10	6	6	3	2	5	3	1
C	2		2	5			2	4	3			1		2		4	6
D	9	8	3		1			1			4	2	1				6
E																	
F																	
TOTAL	14	19	14	17	16	13	17	17	18	17	19	16	16	17	13	16	18

INTERPRETATION ET ANALYSE DES RESULTATS DU TABLEAU 4

Après analyse du tableau, il s'avère que:

Sur 19 enseignants,

- 13 soit 68,4% d'enseignants affirment que ce n'est pas possible de dépasser le minimum requis des interrogations par période vu les effectifs;
- 12 soit 63,1% d'enseignants déclarent que la problématique des NU et NP est un obstacle à ce processus de gratuité;
- 11 soit 57,8% affirment que la démotivation caractérise le comportement des enseignants face à cette politique de gratuité;
- 11 soit 57,8% affirment que la baisse du niveau est la conséquence principale de la gratuité;
- 12 soit 63,1% comme les précédents, pensent que la gratuité de l'enseignement de base est un échec;
- 10 soit 52,6% se plaignent que la gratuité de l'enseignement n'a pas apporté quelque chose à l'amélioration de la qualité de l'enseignement;
- 10 soit 52,6% n'acceptent pas que la gratuité de l'enseignement est effective sur toute l'étendue de la RDC;
- 13 soit 63,1% confirment que la gratuité l'enseignement influe sur la tenue documents pédagogiques.

Tableau 5. Distribution des scores des Parents aux 17 items du questionnaire (cfr Annexe 2)

ITEMS ASSERTION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
A	1	5	15	11	9	2	8	7	7	6	7	6	1	5	8	13	8
B	1	9		2		8	3	1	1	9		5	11	3	6	1	
C	5		1		4		8	6	4	1	2	4	5	9	1	3	4
D	8	1		1	2			2		1	2	2					3
E								1	5		5						
F																	
TOTAL	15	15	16	14	15	10	19	17	17	17	16	17	17	17	15	17	17

INTERPRETATION ET ANALYSE DES RESULTATS DU TABLEAU 5

Ce tableau nous laisse voir que sur 19 parents interrogés:

- 15 soit 78,9% affirment que leur apport à ce système éducatif est une motivation d'accompagner les enfants;
- 11 soit 57,8% trouvent que la problématique des NU et NP est un obstacle à ce processus de gratuité
- 11 soit 57,8% nient nie que la gratuité de l'enseignement n'influe pas sur la tenue des documents pédagogiques;
- 13 soit 68,4% affirment que la gratuité impacte positivement sur l'avancement de la matière par rapport aux prévisions

Tableau 6. Distribution des scores des Chefs d'établissement aux 17 items du questionnaire (cfr Annexe 3)

ITEMS ASSERTION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
A	7	6	12	13	12	6	5	2	2	1	2	2	1	5	3	6	11
B	1	3	2	2		4		1	5	8	6	7	14	3	11	1	
C		4	1			5	7	1	4	1	2			7	1	1	3
D	10			1	1			6				2				5	
E					2			3	6		5	4				1	
F										4							
TOTAL	18	13	15	16	14	15	9	13	17	14	15	15	15	15	15	14	14

INTERPRETATION ET ANALYSE DES RESULTATS DU TABLEAU 6

Sur 18 chefs d'établissements consultés, il ressort ce qui suit:

- 13 soit 72,2% affirment que la gratuité concerne uniquement les écoles publiques;
- 12 soit 66,6% soutiennent que la gratuité de l'enseignement de base en RDC est un droit;
- 10 soit 55,5% affirment que tous les enfants ont les mêmes chances d'aller à l'école;
- 14 soit 77,7% des parents pensent que la gratuité de l'enseignement ne peut garantir la hausse du niveau de l'enseignement;
- 11 soit 61,1% attestent que sur le plan qualitatif, cette gratuité apporterait une hausse de taux de scolarité des filles.

5. DISCUSSION

De ce qui précède nous proposons quelques recommandations pour que cette gratuité de l'enseignement de base soit effective, il faut:

- Régulariser la situation salariale des Nouvelles Unités (NU) et les Non Payés (NP) en leur offrant un salaire décent;
- Donner un bon salaire aux enseignants qui étaient déjà payés;
- Augmenter les infrastructures des écoles publiques pour pouvoir permettre l'accueil correct des enfants pour éviter la surpopulation dans les salles de classe.
- Réfectionner les infrastructures des écoles existantes.

6. CONCLUSION

Après interprétation des différents tableaux, nous constatons ce qui suit:

- **Du côté des enseignants:**
    a. Problème des Nouvelles Unités
    b. Démotivation
    c. Baisse de niveau
    d. Echec de la gratuité
    e. Pas d'amélioration
    f. La gratuité est effective
    g. Elle influe négativement sur la tenue des documents pédagogiques
- **Du côté des parents**
    h. Ils sont motivés d'accompagner les élèves
    i. Problème des Nouvelles Unités et des Non payés
    j. La gratuité impacte positivement sur l'avancement des matières
- **Pour les Chefs d'Etablissement**
    k. La gratuité concerne les écoles publiques
    l. Elle est un droit
    m. Elle a permis la hausse du taux de scolarité des filles.

PHOTO D'UNE CLASSE SURPEUPLÉE :





REFERENCES

[1] RDC/Enseignement Supérieur et Universitaire. Enseignement Primaire, Secondaire et Professionnel: Loi cadre n° 14/004 de l'Enseignement National du 11 Février 2014, Ed. 2014.

[2] RDC, Ministère de l'Enseignement Primaire, Secondaire et Initiation à la Nouvelle Citoyenneté/Secrétariat Général de l'Enseignement Primaire, Secondaire et Initiation à la Nouvelle Citoyenneté/Direction des Programmes Scolaires & Matériel Didactique: « Une nouvelle vision de l'Education de base en République Démocratique du Congo », DIPROMAD: Août 2016.

[3] Fred Bauma: Gratuité de l'Enseignement: Le pari risqué de Felix TSHISEKEDI, Groupe d'2tude sur le Congo.

[4] Christophe Dierendonck éd., L'évaluation des compétences en milieu scolaire et en milieu professionnel. Louvain-la-Neuve, De Boeck Supérieur, « Pédagogies en développement", 2014, p. 317-350.

ANNEXES SUR LES QUESTIONNAIRES

ANNEXE 1. CONCERNÉS: LES ENSEIGNANTS

1. **PAR GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT SIGNIFIE:**
    a. Tous les enfants à l'école
    b. Les parents ne paient pas les F.I.P.
    c. La prise en charge des enseignants par l'Etat
    d. Toutes les réponses sont correctes.
2. **L'IMPACT POSITIF DE LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT SUR LE SYSTÈME ÉDUCATIF EST:**
    a. Pas de FIP
    b. L'éducation de base garantie à tout enfant congolais
    c. Pas des enfants dans la rue
    d. Toutes les propositions sont correctes
3. **L'APPORT DES PARENTS À CE SYSTÈME ÉDUCATIF EST:**
    a. La motivation d'accompagner les enfants
    b. Le moyen et la planification dans l'encadrement des enfants
    c. Le suivi de la formation des enfants
    d. Toutes les propositions sont correctes
4. **LA PROBLÉMATIQUE DES NOUVELLES UNITÉS ET NON PAYÉS EST:**
    a. Un obstacle à ce processus de gratuité
    b. Un échec de la gratuite en R.D.C
    c. Un défi pour les autorités publiques
    d. Aucune proposition n'est correcte
5. **LES COMPORTEMENTS DES ENSEIGNANTS FACE À CETTE POLITIQUE DE LA GRATUITÉ SONT:**
    a. La démotivation
    b. Non – respect de la philosophie éducative
    c. L'abandon des enfants
    d. Autres
6. **LA GRATUITÉ PEUT-ELLE GARANTIR LA HAUSSE DE NIVEAU DE L'ENSEIGNEMENT EN R.D.C ?**
    a. Oui
    b. Non
7. **EN CAS D'ÉCHEC ÉVENTUEL DE LA GRATUITÉ, LES CONSÉQUENCES PROBABLES SONT:**
    a. Baisse de niveau
    b. Retard dans le programme
    c. Retour de FIP
    d. Autres
8. **QUE DITES-VOUS DE LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT DE BASE ?**
    a. Un échec
    b. Une réussite
    c. Un début des efforts à fournir
    d. Autres

    LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT DE BASE A APPORTÉ QUELQUE CHOSE À L'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE L'ENSEIGNEMENT.
    e. Vrai
    f. Faux
    g. Autre réponse (à préciser) : ……
9. **EST-CE QUE LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT DE BASE EST-ELLE EFFECTIVE SUR TOUTE L'ÉTENDUE DE LA RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO ?**
    a. Vrai
    b. Faux
    c. Autre réponse (à préciser): ……
10. **DE QUELLE MANIÈRE POUVEZ-VOUS CARACTÉRISEZ LA RÉMUNÉRATION DES ENSEIGNANTS AVEC L'APPLICATION DE LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT DE BASE? (COCHEZ UNE SEULE RÉPONSE)**
    a. Bonne
    b. Mauvaise
    c. Médiocre
    d. Démotivant

11. A QUI PROFITE LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT ?

a. Parents
b. L'état
c. Enseignants
d. A et b sont vrais

12. LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT DE BASE INFLUE-T-ELLE SUR LA TENUE DES DOCUMENTS PÉDAGOGIQUES ?

a. Oui
b. Non

SI OUI, LESQUELS ? COCHEZ-LES.

c. Cahier de questions
d. Journal de classe
e. Cahier de composition
f. d. Cahier de cotes
g. Prévisions des matières

13. SUITE À LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT DE BASE, QUELLES STRATÉGIES ADOPTEZ-VOUS POUR DÉPASSER LE MINIMUM REQUIS DES INTERROGATIONS PAR PÉRIODE ?

a. Ce n'est pas possible vu les effectifs
b. Poser des questions faciles à corriger
c. Poser très peu de questions
d. Ne corriger que les réponses finales.
e. Boycotter des exigences docimologiques

14. LORS DE VOS LEÇONS, ARRIVEZ- VOUS À MENER AU MOINS TROIS QUARTS DE VOS ÉLÈVES AUX OBJECTIFS FIXÉS

a. Oui
b. Non

15. LA GRATUITÉ IMPACTE-T-ELLE SUR L'AVANCEMENT DE LA MATIÈRE PAR RAPPORT AUX PRÉVISIONS DE LA MATIÈRE

a. Positif
b. Négatif
c. Sans effet

16. AVEC LA GRATUITÉ, ARRIVEZ-VOUS À CONTRÔLER RÉGULIÈREMENT LES DOCUMENTS DES ÉLÈVES, NOTAMMENT: JOURNAL DE CLASSE, CAHIER DE RÉSUMÉS:

a. Rarement
b. Toujours
c. Souvent
d. Pas du tout

ANNEXE 2. CONCERNÉS: LES PARENTS

1. **PAR GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT SIGNIFIE:**
    a. Tous les enfants à l'école
    b. Les parents ne paient pas les F.I.P.
    c. La prise en charge des enseignants par l'Etat
    d. Toutes les réponses sont correctes.
2. **L'IMPACT POSITIF DE LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT SUR LE SYSTÈME ÉDUCATIF EST:**
    a. Pas de FIP
    b. L'éducation de base garantie à tout enfant congolais
    c. Pas des enfants dans la rue
    d. Toutes les propositions sont correctes
3. **L'APPORT DES PARENTS À CE SYSTÈME ÉDUCATIF EST:**
    a. La motivation d'accompagner les enfants
    b. Le moyen et la planification dans l'encadrement des enfants
    c. Le suivi de la formation des enfants
    d. Toutes les propositions sont correctes
4. **LA PROBLÉMATIQUE DES NOUVELLES UNITÉS ET NON PAYÉS EST:**
    a. Un obstacle à ce processus de gratuité
    b. Un échec de la gratuite en R.D.C
    c. Un défi pour les autorités publiques
    d. Aucune proposition n'est correcte
5. **LES COMPORTEMENTS DES ENSEIGNANTS FACE À CETTE POLITIQUE DE LA GRATUITÉ SONT:**
    a. La démotivation
    b. Non – respect de la philosophie éducative
    c. L'abandon des enfants
    d. Autres
6. **LA GRATUITÉ PEUT-ELLE GARANTIR LA HAUSSE DE NIVEAU DE L'ENSEIGNEMENT EN R.D.C ?**
    a. Oui
    b. Non
7. **EN CAS D'ÉCHEC ÉVENTUEL DE LA GRATUITÉ, LES CONSÉQUENCES PROBABLES SONT:**
    a. Baisse de niveau
    b. Retard dans le programme
    c. Retour de FIP
    d. Autres
8. **QUE DITES-VOUS DE LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT DE BASE ?**
    a. Un échec
    b. Une réussite
    c. Un début des efforts à fournir
    d. Autres
9. **LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT DE BASE A APPORTÉ QUELQUE CHOSE À L'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE L'ENSEIGNEMENT.**
    a. Vrai
    b. Faux
    c. Autre réponse (à préciser) : ……
10. **EST-CE QUE LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT DE BASE EST-ELLE EFFECTIVE SUR TOUTE L'ÉTENDUE DE LA RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO ?**
    a. Vrai
    e. Faux
    f. Autre réponse (à préciser): ……
11. **DE QUELLE MANIÈRE POUVEZ-VOUS CARACTÉRISEZ LA RÉMUNÉRATION DES ENSEIGNANTS AVEC L'APPLICATION DE LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT DE BASE? (COCHEZ UNE SEULE RÉPONSE)**
    a. Bonne
    b. Mauvaise
    c. Médiocre
    d. Démotivant

12. A QUI PROFITE LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT ?

a. Parents
b. L'état
c. Enseignants
d. A et b sont vrais

13. LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT DE BASE INFLUE-T-ELLE SUR LA TENUE DES DOCUMENTS PÉDAGOGIQUES ?

a. OUI
b. NON

SI OUI, LESQUELS ? COCHEZ-LES.

c. Cahier de questions
d. Journal de classe
e. Cahier de composition
f. d. Cahier de cotes
g. Prévisions des matières

14. SUITE À LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT DE BASE, QUELLES STRATÉGIES ADOPTEZ-VOUS POUR DÉPASSER LE MINIMUM REQUIS DES INTERROGATIONS PAR PÉRIODE ?

a. Ce n'est pas possible vu les effectifs
b. Poser des questions faciles à corriger
c. Poser très peu de questions
d. Ne corriger que les réponses finales.
e. Boycotter des exigences docimologiques

15. LORS DE VOS LEÇONS, ARRIVEZ- VOUS À MENER AU MOINS TROIS QUARTS DE VOS ÉLÈVES AUX OBJECTIFS FIXÉS

a. c. Oui
b. d. Non

16. LA GRATUITÉ IMPACTE-T-ELLE SUR L'AVANCEMENT DE LA MATIÈRE PAR RAPPORT AUX PRÉVISIONS DE LA MATIÈRE

a. d. Positif
b. e. Négatif
c. Sans effet

17. AVEC LA GRATUITÉ, ARRIVEZ-VOUS À CONTRÔLER RÉGULIÈREMENT LES DOCUMENTS DES ÉLÈVES, NOTAMMENT: JOURNAL DE CLASSE, CAHIER DE RÉSUMÉS:

a. Rarement
b. Toujours
c. Souvent
d. Pas du tout

ANNEXE 3. CONCERNÉS: LES CHEFS D'ETABLISSEMENT

1. **LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT SIGNIFIE:**
    a. Tous les enfants ont les mêmes chances d'aller à l'école
    b. Les parents ne paient pas les FIP (**F**rais d'**I**ntervention **P**onctuelle)
    c. Les enseignants sont pris en charge par le gouvernement
    d. Toutes les réponses sont correctes
2. **LE PRÉSIDENT SOUTIENT LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT DE BASE POUR:**
    a. Que tous les enfants soient scolarisés
    b. Que l'éducation de base soit accessible à tout enfant
    c. Aider les parents
    d. Le développement du pays
    e. Pour respecter la loi cadre en son article N°……
    f. Toutes les assertions sont correctes
3. **LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT DE BASE EN R.D.C EST-ELLE ?**
    a. Un droit
    b. Une faveur
    c. Une innovation
    d. Un cadeau de la part de l'Etat
    e. Toutes les propositions sont correctes
4. **LA GRATUITÉ CONCERNE UNIQUEMENT:**
    a. Les écoles publiques
    b. Les écoles privées
    c. Les écoles conventionnées catholiques
    d. Les écoles conventionnées protestantes
5. **LES ATTENTES DU GOUVERNEMENT SUR LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT DE BASE SONT:**
    a. La scolarité de tous les enfants
    b. La prise en charge des enseignants
    c. L'éducation et l'épanouissement de l'enfant congolais
    d. La réussite de l'éducation de base
    e. Toutes les propositions sont vraies
6. **LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT EST-ELLE EFFECTIVE:**
    a. VRAI
    b. FAUX
    c. PAS DU TOUT
7. **LES ATTITUDES DES ENSEIGNANTS FACE À CETTE POLITIQUE, À LA PHILOSOPHIE DE LA GRATUITÉ SONT:**
    a. L'assiduité du travail
    b. La motivation
    c. Le relâchement
    d. La démotivation
    e. Aucune proposition n'est correcte
8. **QUELS SONT LES AVANTAGES DE LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT DE BASE SONT:**
    a. La suppression des FIP
    b. L'éducation et la scolarité de tout enfant congolais
    c. Le soulagement de parents
    d. L'application de la loi cadre sur……
    e. Toutes les propositions sont correctes !
9. **LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT DE BASE CONCERNE UNIQUEMENT:**
    a. Le degré élémentaire du primaire
    b. Le degré moyen du primaire
    c. Le degré terminal du primaire
    d. Le cycle terminal de l'enseignement de base: CTEB
    e. Toutes les propositions sont vraies

10. LES INCONVÉNIENTS DE LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT DE BASE SONT:

a. Le non-respect des étapes d'une leçon
b. Les classes pléthoriques
c. Les évaluations erronées
d. La baisse de niveau du système éducatif
e. L'échec de l'éducation de base
f. Aucune proposition n'est correcte

11. LES DIFFICULTÉS RENCONTRÉES PAR LES ENSEIGNANTS SUITE À L'APPLICATION DE L'ENSEIGNEMENT DE BASE SONT:

a. Les difficultés de faire l'application
b. La manque d'évaluation
c. La manque de contrôle de document pour élève
d. La baisse de la qualité d'enseignement
e. Toutes les propositions ont vraie

12. AVEC LA PRÉSENCE DES NOUVELLES UNITÉS NON MÉCANISÉES PEUT-ON METTRE FIN À LA PRATIQUE DE FIP.

a. OUI
b. NON
c. Pas du tout

13. LA GRATUITÉ PEUT-ELLE GARANTIR LA HAUSSE DE NIVEAU DE L'ENSEIGNEMENT DE BASE EN R.D.C. ?

a. Oui
b. Non

SI NON, LES REMÈDES SONT:

c. La prise en charge des enseignements par les parents
d. La réforme du programme
e. La baisse de frais de fonctionnement

14. APRÈS COMBIEN D'ANNÉE FAUDRAIT-IL GÉNÉRALISER LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT DE BASE ?

a. 2 ans
b. 3 ans
c. 5 ans

15. AU PLAN QUALITATIF, QU'APPORTERAIT CETTE GRATUITE ?

a. La baisse du niveau de l'enseignement
b. La hausse du taux de scolarité des filles
c. La baisse de niveau du système éducatif
d. L'échec de l'éducation de base
e. Aucune proposition n'est correcte

16. L'ADMINISTRATION DE LA PRÉSIDENCE DÉCIDE QUE L'ENSEIGNEMENT SOIT GRATUIT EN R.D.C POUR:

a. Une philosophie éducative à tous congolais
b. Une réalité
c. Une utopie
d. Pour une adaptation de tous les enfants
e. Pour une activité psychologique adéquate
f. Aucune proportion n'est correcte

17. LA GRATUITÉ DE L'ENSEIGNEMENT N'A - T – ELLE PAS ÉTÉ LANCÉE PRÉCIPITAMMENT ?

a. Tout à fait d'accord
b. Plutôt d'accord
c. Plutôt pas d'accord
d. Pas d'accord du tout

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 776-789
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Portée socio-économique des échanges frontaliers dans le plateau au sud-est du Bénin

[Socio-économique impact of border trade in the south-east plateau of Benin]

Seidou Abdel Hack[1], Zannou Sandé[2], Vigninou Toussaint[3], and Tente Brice[4]

[1]Laboratoire d'Etudes des Dynamiques Urbaines et Régionales (LEDUR), Département de Géographie et Aménagement du Territoire (DGAT), Université d'Abomey-Calavi, Benin

[2]Laboratoire de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et de Développement Durable (LATEDD), Benin

[3]Laboratoire d'Etudes des Dynamiques Urbaines et Régionales (LEDUR), Département de Géographie et Aménagement du Territoire (DGAT), Université d'Abomey-Calavi, Benin

[4]Laboratoire de Biogéographie et Expertise Environnementale (LABEE), Département de Géographie et Aménagement du Territoire (DGAT), Université d'Abomey-Calavi (UAC-Bénin), Benin

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The cross-border spaces of the districts of the Plateau are structured by complex activities, territories that are difficult to define but places that contain significant potential and opportunities for development between neighboring States. The objective was to assess the contribution of cross-border exchanges to the local development of the five communes of the Plateau. The quantitative data used concern, among other things, the collection rates of taxes issued in the Plateau department from 2015 to 2019 as well as the monthly income of cross-border trade actors. A total of 390 households were surveyed and 51 resource persons were interviewed during the study. The results obtained reveal that more than half of the players in the trade in manufactured products (55.90%) make a daily profit of at least 50,000 FCFA; (65.13%) of the traders in petroleum products surveyed earn more than 50,000 FCFA; among foreign exchange traders, 80.77% of them derive at least a profit of 5,000 FCFA from the daily execution of their foreign exchange activity. On the social side, 20.51% of the players surveyed said that this activity allows them to meet their basic needs. These points of expenditure are followed by other destinations of benefits such as schooling (15.38%), the purchase of means of transport (13.08%), the construction of housing on a rental or individual basis (12. 31%), ceremonies (11.54%) and savings in banks and/or micro-finance institutions (7.44%). It also contributes to the revenue of the local community through the taxes paid by the actors.

KEYWORDS: Plateau Department, cross-border exchanges, actors, local dévelopment.

RESUME: Les espaces transfrontaliers des communes du Plateau sont structurés par des activités complexes, des territoires difficilement limités mais des lieux qui renferment d'importantes potentialités et d'opportunités de développement entre les Etats voisins. L'objectif visé a été d'évaluer la contribution des échanges transfrontaliers au développement local des cinq communes du Plateau. Les données quantitatives utilisées concernent entre autres les taux de recouvrement des taxes émises dans le département du Plateau de 2015 à 2019 ainsi que les revenus mensuels des acteurs du commerce transfrontalier. Au total, 390 ménages ont été enquêtés et 51 personnes ressources ont été interviewées lors de l'étude. Les résultats obtenus révèlent que plus de la moitié des acteurs du commerce des produits manufacturés (55,90 %) fait un bénéfice journalier d'au moins 50.000 FCFA; (65,13 %) des commerçants de produits pétroliers enquêtés gagnent quotidiennement plus de 50.000 FCFA; chez les cambistes, 80,77 % d'eux tirent au moins un bénéfice de 5.000 FCFA de l'exécution quotidienne de leur activité de change. Du coté social, 20,51 % des acteurs enquêtés ont affirmé que cette activité leur permet d'assurer leurs besoins

Corresponding Author: Seidou Abdel Hack

vitaux. Ces points de dépenses sont suivis d'autres destinations de bénéfices que sont la scolarisation (15,38 %), l'achat des moyens de déplacement (13,08 %), la construction d'habitation à titre locatif ou individuel (12,31 %), les cérémonies (11,54 %) et l'épargne dans les banques et/ou les institutions de micro-finance (7,44 %). Il contribue également aux recettes de la collectivité locale à travers les taxes payées par les acteurs.

MOTS-CLEFS: Communes du Plateau, échanges transfrontaliers, acteurs, développement local.

1 INTRODUCTION

Dans le monde actuel, les frontières semblent devenir à la fois moins importantes et plus importantes. D'une part, l'évolution économique mondiale amène les États à repenser leurs frontières en termes de flexibilité et de coopération, d'autre part, même dans les unions douanières et économiques, les frontières restent la marque la plus visible de la souveraineté d'un Etat sur un territoire (J. Seniora et C. Poitevin, 2010, p. 6). Dans cette logique, une gestion efficace des frontières peut donc être considérée comme un symbole de l'implication du gouvernement dans la protection de sa population (S. Ligali, 2017, p. 15). En effet, bien que le poids du découpage artificiel des frontières n'ait cessé de peser lourd depuis la colonisation jusqu'à nos jours, l'espace frontalier est aussi une zone privilégiée d'échanges surtout commerciaux favorisant une polarisation régionale. Dès lors, la frontière séparant deux Etats ne se résume plus à une ligne car elle a des incidences sur l'organisation de l'espace. Elle apparaît alors comme un espace sur lequel se déroulent des activités humaines. Au regard de leur position géographique, les frontières constituent des espaces de multiples échanges légaux et de contrebandes (T. Vigninou et B. Allagbé, 2014, p. 734). Ainsi, les économies d'Afrique subsaharienne sont inextricablement liées entre elles depuis des siècles. Souvent issus d'une même famille ou d'un même groupe ethnique, les commerçants traversent depuis longtemps les frontières d'aujourd'hui pour échanger des biens et des services, donnant lieu à d'importants flux commerciaux qui représentent une part significative des échanges du continent. Ce commerce transfrontalier constitue aujourd'hui un aspect important de l'environnement social et économique de l'Afrique: selon certaines estimations, il contribue aux revenus d'environ 43 % de la population du continent. Il améliore les conditions de vie et crée des emplois, y compris pour certaines catégories de population marginalisées ou défavorisées (Qiraat african, 2018, p. 1). Cependant, la mondialisation, les partenariats commerciaux, l'intégration économique sont autant d'éléments qui influencent les échanges entre les pays, et partant des performances économiques de chacun notamment captées à travers leur capacité à tirer le maximum de profit du commerce international. Dans cet élan, l'Union Africaine (UA), dans le cadre du renforcement de l'intégration économique entend porter le commerce intra africain de 13 % à 25 % des échanges du continent à l'horizon 2028. Ce taux ne prend pas en compte les échanges transfrontaliers non enregistrés, très dynamiques entre certains pays et qui pourraient considérablement modifier cette contribution (INS, 2014, p. 7). Le Bénin partage avec ses voisins le Nigeria, le Niger le Burkina Faso et le Togo plus de 2000 km de frontières. Ce sont 36 des 77 Communes du pays qui sont frontalières. Jusqu'à un passé récent, les zones de frontière béninoises étaient des espaces marginalisés. La frontière était perçue depuis l'indépendance comme une barrière. En conséquence, le développement du pays a été conçu à partir du centre et les espaces périphériques ont été oubliés, laissés à eux-mêmes. Il a fallu attendre 2007 pour que la gestion de la frontière soit élevée au rang des priorités nationales et consignées dans les orientations stratégiques de développement du Bénin (C. Mestre, 2017, p. 1). Avec le Nigeria, le Bénin partage longitudinalement plus de 800 km de frontières où se sont établies historiquement différentes populations dont l'ethnologie est très voisine. Sur cet espace, du Nord au Sud et de part et d'autre des deux États, s'animent plusieurs dizaines de marchés locaux (L. Sossou-Agbo, 2011, p. 2). De part et d'autre de cette frontière, se trouvent les mêmes populations qui, pour lutter contre les contraintes de la partition, ont créé une série de marchés frontaliers qui sont devenus des lieux d'échanges prospères entre les deux pays (S. Zannou, 2014, p. 76). Cette proximité avec le Nigeria, favorise donc une forte dynamique commerciale transfrontalière avec d'importants flux de produits échangés entre les deux pays sans oublier le nombre d'acteurs impliqués. L'objectif de cette étude était d'évaluer la contribution du commerce transfrontalier au développement local des communes du Plateau au Sud-est du Bénin.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 PRÉSENTATION GÉOGRAPHIQUE DU CADRE D'ÉTUDE

Situé dans la partie méridionale du Bénin le département du Plateau est localisé entre 6°31' et 7°41' de latitude nord et entre 2°24' et 2°47' de longitude est (Figure1). Il est limité au Nord par le Département des Collines, à l'Est par la République Fédérale du Nigeria, à l'Ouest par le département du Zou et au Sud par celui de l'Ouémé. D'une superficie de 3 264 km², soit environ 3 % de la superficie nationale, il est lui-même issu de l'ancien département de l'Ouémé. Il est subdivisé en cinq (5)

communes avec Pobè comme chef-lieu; les autres communes sont Adja-Ouèrè, Ifangni, Kétou et Sakété. Ces communes sont subdivisées en 29 arrondissements et 218 villages et quartiers de ville (INSAE, 2016, p. 3).

2.2 DONNÉES UTILISÉES

Il s'agit des données quantitatives et qualitatives. Les données quantitatives concernent les taux de recouvrement des taxes émises dans le département du Plateau de 2016 à 2020 qui ont permis d'évaluer la contribution des échanges transfrontaliers dans le développement local des communes du département; les revenus mensuels des acteurs du commerce transfrontalier grâce aux enquêtes de terrain. Les données qualitatives utilisées sont les données relatives aux incidences socio-économiques du commerce transfrontalier grâce aux enquêtes de terrain et les taux de couverture des équipements socio-communautaires qui ont permis d'estimer la contribution des échanges frontaliers dans le développement du volet social des Communes du Département du Plateau.

2.3 MATÉRIEL ET OUTILS UTILISÉS

Les enquêtes de terrain ont été réalisées à l'aide de plusieurs outils notamment une grille d'observation, utilisée lors des observations sur le terrain; des questionnaires dans le cadre de la collecte des données sur le terrain; un guide d'entretien utilisé en entretien approfondi dont le contenu vise à apprécier les stratégies des autorités locales pour mobiliser plus de ressources de ces activités ainsi que les recettes tirées de celles-ci et enfin en quoi sont utilisées ces recettes pour le développement local de chaque Commune du Département. Pour les matériels, il s'agit d'un GPS (Global Positionning System) 12 XL qui a servi à relever les coordonnées géographiques pour la spatialisation des informations et la réalisation des cartes et d'un appareil photographique numérique qui a permis la prise des photographies instantanées d'éléments ou faits jugés importants pour le travail.

2.4 TRAVAUX DE TERRAIN

Pour mieux apprécier la dynamique des effets socio-économiques des échanges transfrontaliers dans cet espace géographique, les enquêtes ont été effectuées dans les cinq Communes du département puisqu'elles toutes sont frontalières avec le Nigeria. Il s'agit des Communes de: Ifangni, Sakété, Adja-Ouèrè, Pobè, Kétou. La population cible est composée des chefs des ménages et des personnes ressources. Au niveau des ménages, le choix des personnes enquêtées repose sur les critères suivants:

- être un commerçant des produits manufacturiers âgé de 18 ans au moins;
- être un commerçant de produits pétroliers ayant au moins 5 ans d'expérience dans le secteur;
- être un commerçant des véhicules d'occasion ayant au moins 5 ans d'expérience dans le domaine, ceci pour également fournir des informations nécessaires et fiables à la présente étude.

La taille de l'échantillon est déterminée par la formule de J. Beaud et B. Marien (2003, p. 29). Cette formule stipule que **n'= (N×400) / (N+400)** avec **n'**: le nombre de ménages enquêtés et **N**: l'effectif total des ménages des villages ciblés (15339 selon les résultats de INSAE, 2013)

n'= (15543 x 400) / (15543 + 400) = 389,96≈390 ménages

Les trois cent quatre-vingt-dix (390) ménages enquêtés ont été répartis dans neuf arrondissements échantillonnés dont le nombre varie d'une commune à une autre en fonction de l'effectif des ménages. Outre les ménages, des personnes ressources impliquées à divers niveaux dans les activités transfrontalières ont été interviewées. La technique du choix raisonné est utilisée pour l'identification des personnes ressources.

Concernant les cadres des mairies, le choix a tenu compte des responsables des Service des Affaires Economiques et Financières (SAEF) et des Secrétaires Généraux des cinq communes.

Quant aux responsables des structures déconcentrées, les responsables des postes de douane au niveau des villages frontaliers et de la Direction Départementale des Douanes et Droits Indirects Ouémé/ Plateau, les agents des commissariats ainsi que des USFF au niveau des arrondissements frontaliers. Au total, cinquante-une (51) personnes ressources ont été interviewées lors de l'étude.

2.5 TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNÉES

A l'issue des investigations, les fiches d'enquête ont été comptées, vérifiées pour voir si tous les secteurs d'étude ont été couverts. Après leur codification, les fiches d'enquête ont été dépouillées manuellement. Les résultats issus du dépouillement ajoutés à ceux recueillis au niveau des institutions (Mairies, INSAE, ABéGIEF, DDAEP, etc.) ont constitué la base de données traitées et exploitées aux plans qualitatif et quantitatif. Les données issues du dépouillement ont été traitées à partir de plusieurs méthodes et logiciels. Les résultats sont essentiellement présentés en tableaux de fréquences simples et en graphes. Pour la réalisation des graphiques, tableaux simples et croisés, les logiciels Word 2007 et Excel 2007 ont été utilisés. Ces différents tableaux et graphiques ont été commentés et analysés pour une meilleure compréhension des effets socio-économiques des transactions. Certains indices ont été calculés à partir de quelques formules statistiques.

- **Taux de recouvrement des taxes**

Les taux de recouvrement des taxes sont calculés suivant la formule suivante:

T = E/R x 100 (INSAE, 2002)

Avec : **T** le taux de recouvrement, **E** le montant total des taxes émises et **R** le montant total des taxes recouvrées.

- **Taux d'activité**

La participation à l'activité économique est mesurée par le taux d'activité qui est calculé par la formule: **T = Pa/Pt x 100** (INSAE, 2013); où **T** représente le taux d'activité, **Pa** la population active et **Pt** la population totale de 10 ans et plus considérée comme la population potentiellement active.

- **Fréquence**

La formule de la fréquence est utilisée pour déterminer la proportion des différentes destinations de revenus issus du commerce transfrontalier ainsi que la proportion de chaque type de produit dans le secteur. Cette formule se présente comme suit:

$$\mathbf{F} = \frac{n}{N} \times \mathbf{100}$$

- **Moyenne arithmétique**

Le calcul de la moyenne arithmétique a permis d'apprécier le revenu moyen des acteurs des échanges transfrontaliers dans le département du Plateau. Elle s'exprime de la façon suivante:

$$\overline{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} xi$$

Les cartes réalisées dans le cadre de cette étude résultent de l'utilisation des méthodes des Systèmes d'Information Géographique (SIG) notamment Arc View 3.2.

Pour mieux appréhender les problèmes que soulève ce sujet et en faire une bonne interprétation, l'approche SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats* ou Forces, Faiblesses, Opportunités et Menaces) a été adoptée pour une meilleure réponse aux problèmes socio-économiques dans les communes du Plateau.

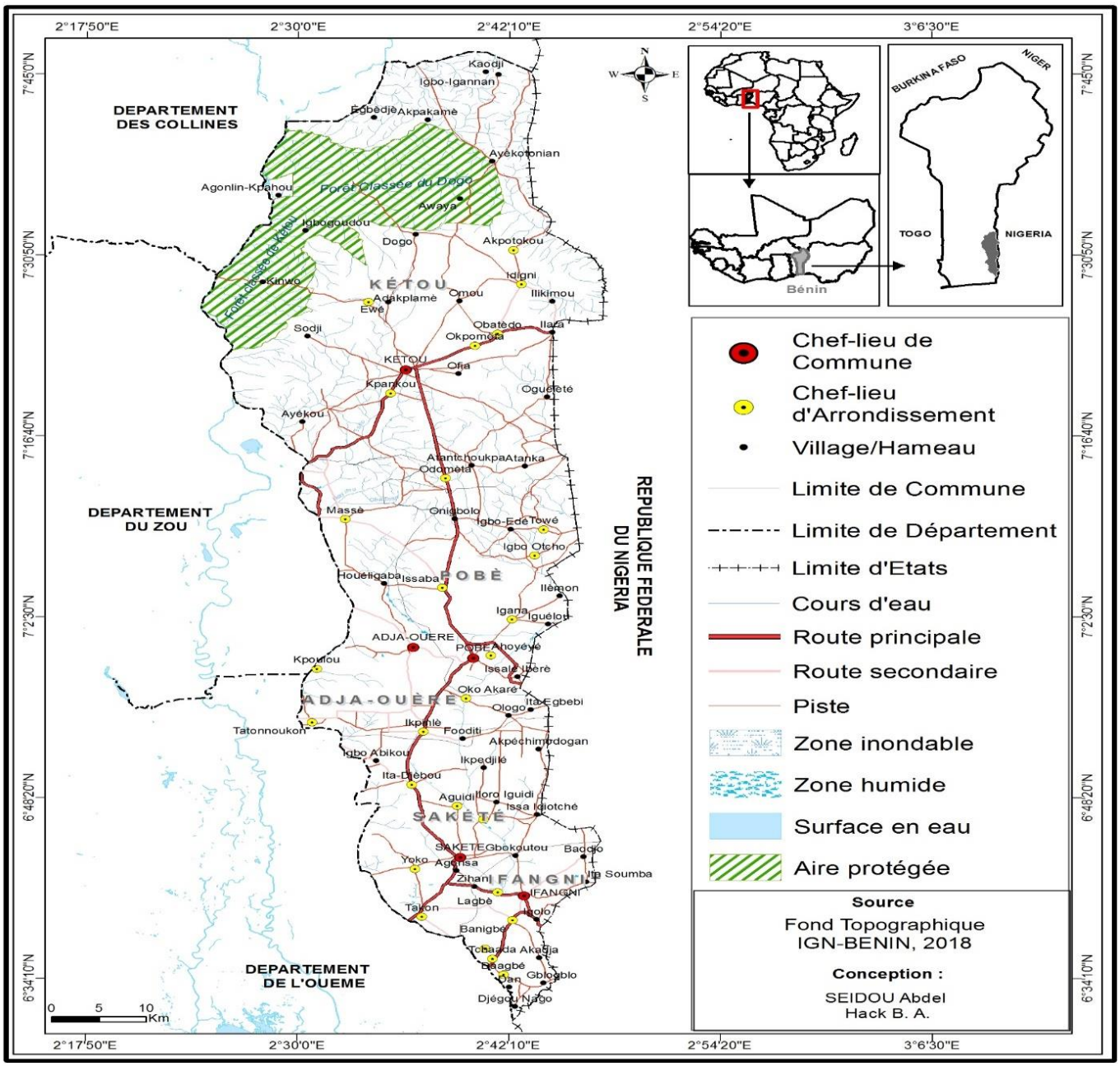


Fig. 1. Situation géographique et administrative du département du Plateau

3 RESULTATS

3.1 EFFETS SOCIO-ÉCONOMIQUES DES ÉCHANGES TRANSFRONTALIERS DANS LES COMMUNES DU DÉPARTEMENT DU PLATEAU

Les échanges transfrontaliers de par le nombre considérable d'acteurs qu'ils mobilisent contribuent indéniablement tant sur le plan économique que social à l'amélioration des conditions de vie de la population du département du Plateau. Ces échanges ont une incidence directe ou indirecte sur le déroulement et le développement des autres activités dans les communes du Département du Plateau.

3.2 Effets Économiques Des Échanges Transfrontaliers Au Niveau Des Acteurs

L'analyse des effets économiques des échanges transfrontaliers dans les communes du département du Plateau est réalisée à l'aune des principales activités relevant de la commercialisation des produits manufacturiers, des produits pétroliers, des véhicules d'occasion et des produits agricoles.

3.3 Revenus Issus De La Commercialisation Des Produits Manufacturiers

La commercialisation des produits manufacturiers génère des revenus aux acteurs dans les communes du département du Plateau. Plus de la moitié des acteurs du commerce des produits manufacturés 55,90 % fait un bénéfice journalier d'au moins 50.000 FCFA. En outre, le bénéfice journalier de 35,90 % des acteurs de ce commerce est compris entre 10.000 FCFA et 50.000 FCFA exclus. Cependant, 8,21 % des commerçants de produits manufacturés et alimentaires gagnent un bénéfice quotidien compris entre 5000 FCFA et 10.000 FCFA exclus. La figure 2 présente les revenus obtenus par les acteurs de ce commerce dans le secteur d'étude.

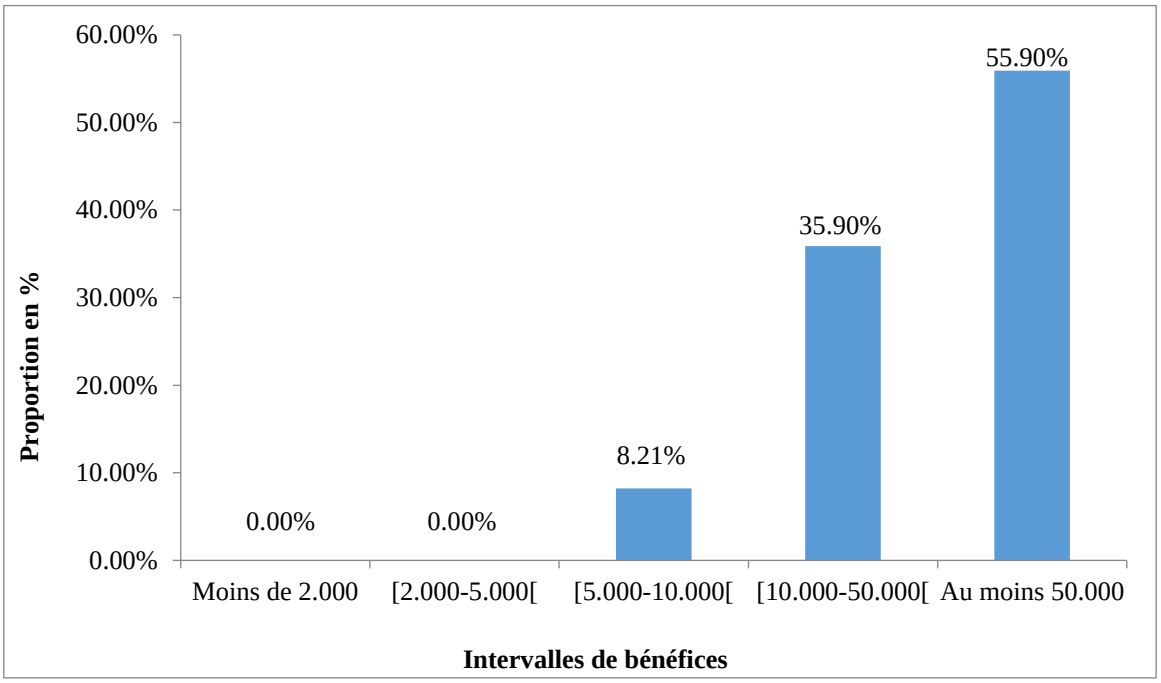


Fig. 2. Bénéfices quotidiens des commerçants de produits alimentaires et manufacturés

Source: Travaux de terrain, 2021

3.4 Revenus Issus De La Commercialisation Des Produits Pétroliers

La proximité des communes du département du Plateau par rapport au Nigéria a favorisé le développement de la commercialisation des produits pétroliers qui représente une activité qui emploie une multitude de personnes et génère d'importants revenus. Tous les commerçants des produits pétroliers dans le secteur d'étude gagnent en moyenne au moins 10.000 FCFA par jour. Plus de la moitié des commerçants des produits pétroliers (65,13 %) gagnent quotidiennement plus de 50.000 FCFA. Les 34,87 % des commerçants restants font un bénéfice journalier compris entre 10.000 FCFA et 50.000 FCFA exclus. Cette activité rapporte assez de bénéfices aux acteurs qui s'y consacrent comme l'illustre la figure 3.

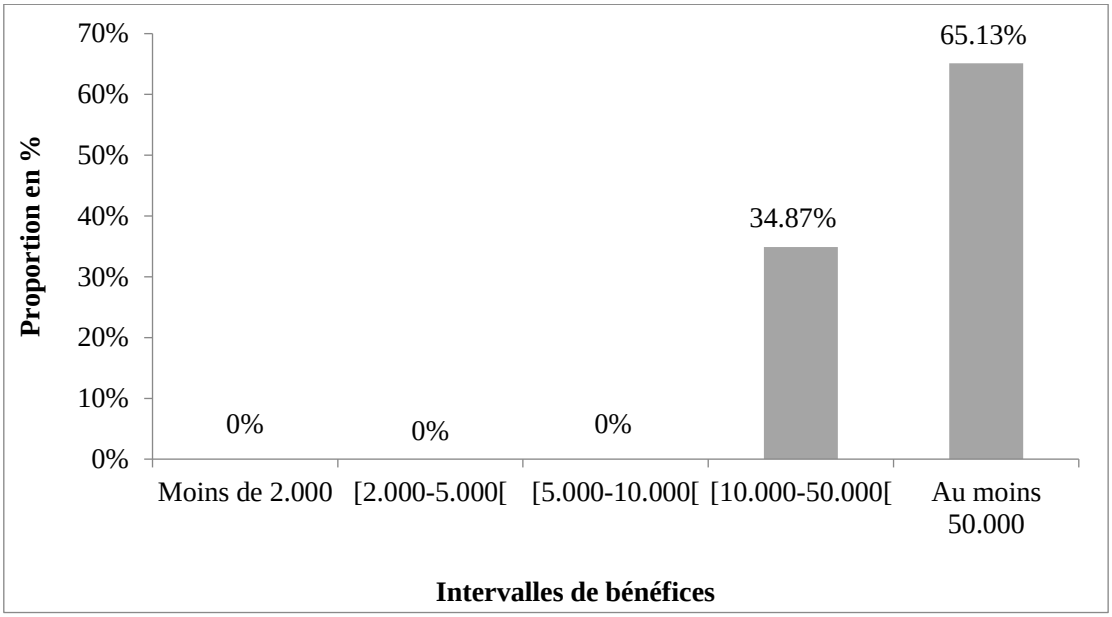


Fig. 3. Bénéfices quotidiens des commerçants de produits pétroliers

Source: Travaux de terrain, 2021

3.5 REVENUS ISSUS DU COMMERCE DES VÉHICULES D'OCCASION

La commercialisation des véhicules d'occasion dans le Plateau est l'une des activités qui traduit les échanges transfrontaliers entre le Bénin et le Nigeria. Les acteurs des échanges transfrontaliers impliqués dans le commerce des véhicules d'occasion bénéficient d'importants revenus de la pratique de cette activité. En effet, 74,62 % des vendeurs de véhicules d'occasion enquêtés ont affirmé que ce commerce leur rapporte au moins 50.000 FCFA au quotidien. Pour les 25,38 % de vendeurs de véhicules d'occasion restants, cette activité leur permet d'avoir un bénéfice journalier compris entre 10.000 FCFA et 50.000 FCFA exclus. Ces résultats montrent que l'activité de vente des véhicules d'occasion permet aux commerçants de véhicules d'occasion d'avoir de conséquents gains financiers. Cette activité rapporte d'importants revenus financiers aux acteurs qui la pratiquent dans le secteur d'étude comme le montre la figure 4.

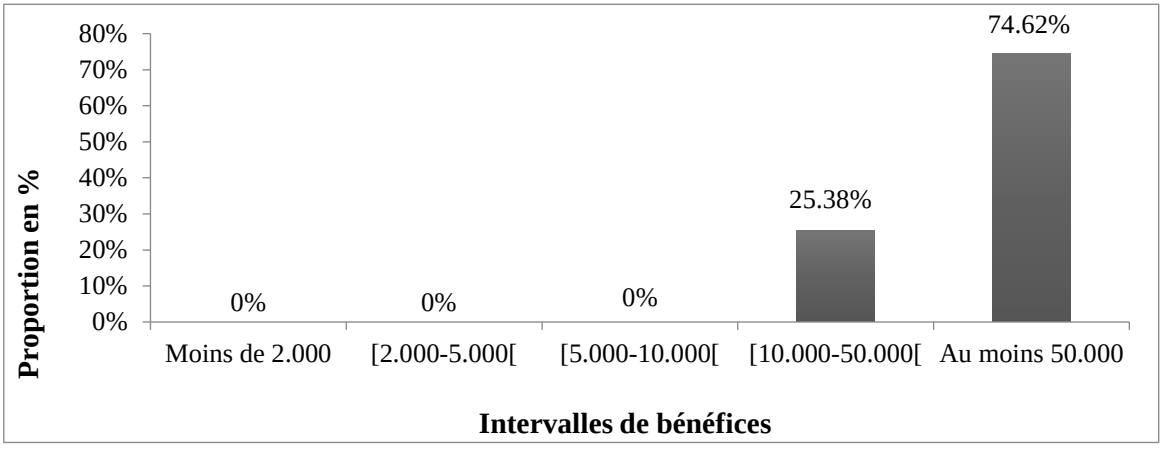


Fig. 4. Bénéfices quotidiens des vendeurs de véhicules d'occasion

Source: Travaux de terrain, 2021

3.6 REVENUS ISSUS DE L'ACTIVITÉ DE CHANGE

L'activité de change dans les communes du Plateau contribue à l'amélioration des conditions de vie des acteurs ainsi que celles de leur famille en générant des revenus. Ces revenus varient d'un cambiste à un autre. Selon les informations collectées chez les cambistes, 80,77 % d'eux tirent au moins un bénéfice de 5.000 FCFA de l'exécution quotidienne de leur activité de change contre 19,23 % d'eux qui obtiennent en moyenne par jour un bénéfice inférieur à 5.000 FCFA. La majeure partie de ces acteurs (44,87 %) du commerce transfrontalier dans le département du Plateau ont un bénéfice quotidien compris entre 10.000 FCFA et 50.000 FCFA exclus. Seulement 11,54 % des cambistes enquêtés ont un revenu journalier supérieur à 50.000 FCFA.

La figure 5 présente les revenus obtenus par les acteurs de ce commerce dans le secteur d'étude.

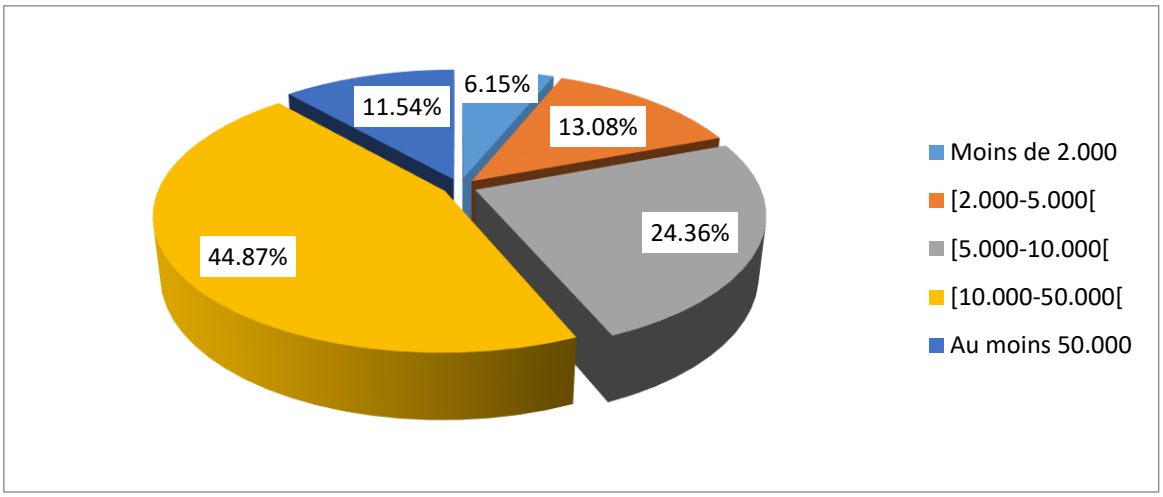


Fig. 5. Bénéfices quotidiens des cambistes

Source: Travaux de terrain, 2021

3.7 SOURCE DE FINANCEMENT DES ACTIVITÉS COMMERCIALES

Les activités liées aux échanges transfrontaliers sont financées de différentes manières par les acteurs concernés par les transactions transfrontalières dans le département du Plateau. 42,82 % des acteurs concernés par les échanges transfrontaliers financent leurs activités à base des prêts dans les banques et institutions de micro-finance (IMF) malgré la présence d'une seule banque qu'est la BOA à Pobè et de quelques IMF dans tout le Plateau. Quant aux tontines, elles permettent à 25,64 % des acteurs de financer leurs activités tandis que 16,92 % des enquêtés financent leurs activités à l'aide de leur propre économie (autofinancement). Par ailleurs, 14,62 % des acteurs ont affirmé qu'ils financement leurs activités par l'entremise d'autres sources de financement regroupant tous les autres moyens leur permettant de financer les activités. La figure 6 présente la répartition des acteurs du commerce transfrontalier des Communes du Département du Plateau suivant leurs sources de financement.

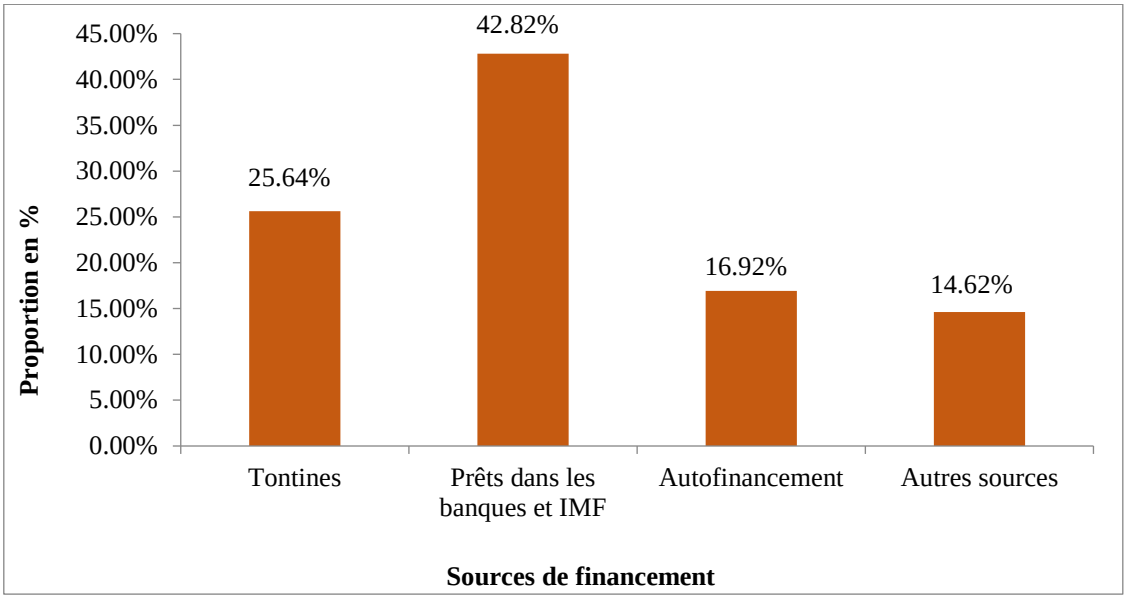


Fig. 6. Répartition des acteurs suivant les sources de financement

Source: Travaux de terrain, 2021

3.8 Effets Sociaux Des Échanges Transfrontaliers

Cette rubrique décrit la contribution des échanges transfrontaliers à la création d'emploi et à l'amélioration des conditions de vie de la population dans les communes du département du Plateau.

3.9 Création D'emploi Et De Revenus Pour Les Acteurs

Le Bénin est caractérisé par le taux de chômage devient de plus en plus élevé au niveau des jeunes pendant que le taux de croissance économique est toujours à un chiffre. En effet, malgré les mutations socio-économiques en cours, force est de constater que les réformes entreprises par l'Etat n'ont pas permis d'insuffler une nouvelle dynamique de rééquilibrage des indicateurs macro-économiques pour la résolution du problème de chômage. Les transactions transfrontalières contribuent à la création d'une kyrielle d'emplois dans les communes du département du Plateau. La figure 7 décrit les catégories socio-professionnelles impactées induites par les échanges transfrontaliers.

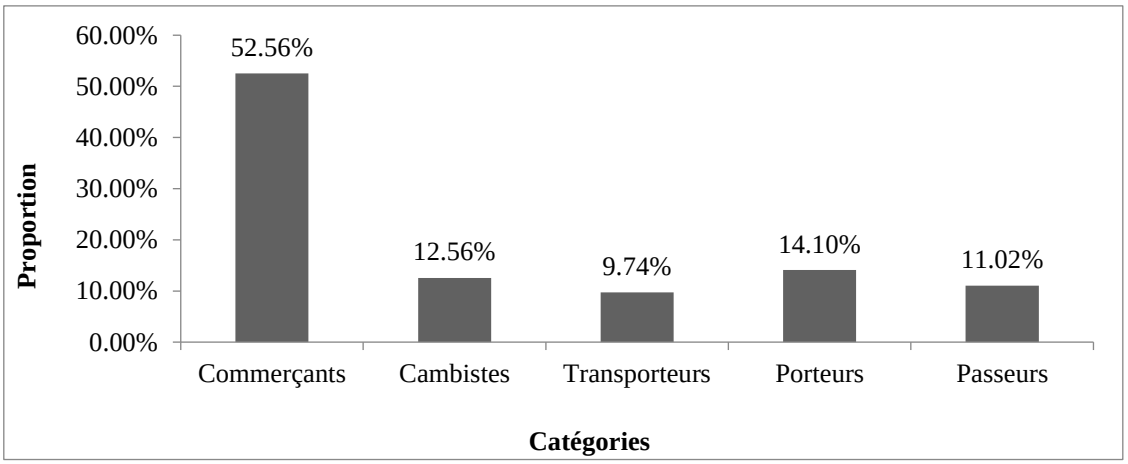


Fig. 7. Répartition des enquêtés suivant les catégories socio-professionnelles

Source: Travaux de terrain, 2021

3.10 AMÉLIORATION DES CONDITIONS DE VIE DES ACTEURS DES ÉCHANGES TRANSFRONTALIERS

Les acteurs du commerce transfrontalier engrangent assez de bénéfices qui sont issus des activités qu'ils mènent dans le secteur d'étude. Selon les informations collectées, les gains issus de ces activités permettent aux acteurs de satisfaire les besoins vitaux de leurs familles, d'assurer la scolarisation des enfants, de construire de maison, de se procurer des moyens de déplacement tels les véhicules et/ou les motos, d'investir dans d'autres activités (de préférence des activités liées aux échanges transfrontaliers), de faire des cérémonies et de constituer d'épargne comme le montre la figure 8.

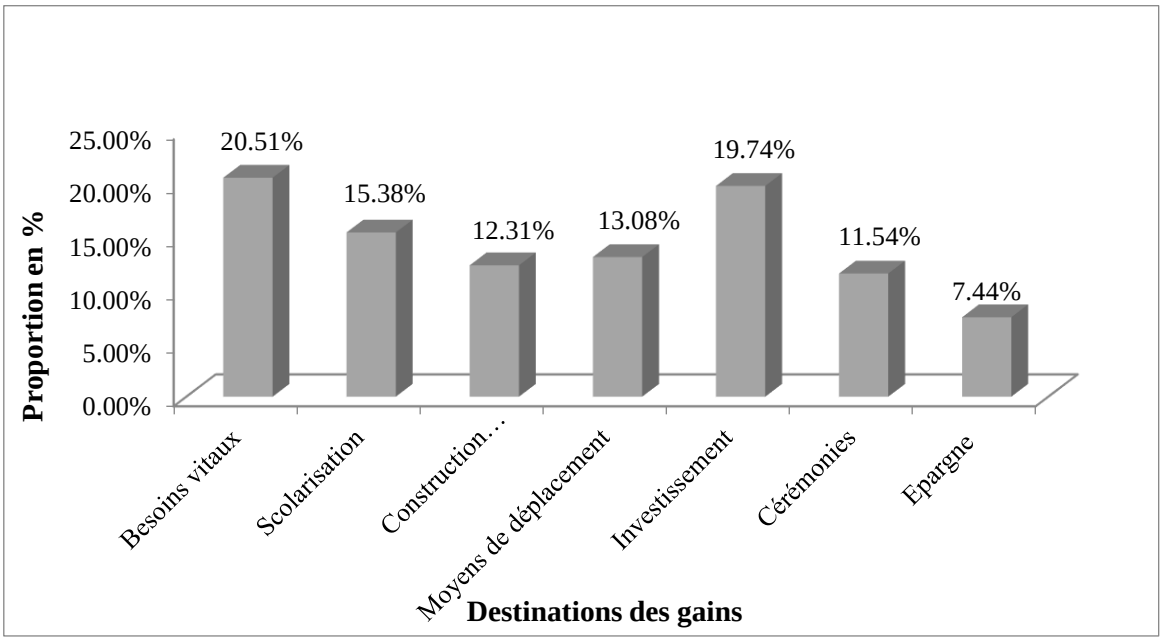


Fig. 8. Destinations des bénéfices issus des activités liées aux échanges transfrontaliers

Source: Travaux de terrain, 2021

Les photos de la planche 1 ci-dessous montrent justement une maison en location et une autre de haut-standing construise par des grands grossistes d'essence frelatée de la Commune de Kétou.



Maison de haut-standing appartenant à un commerçant d'essence de contrebande



Maison de location appartenant à un commerçant d'essence de contrebande

Planche 1: Habitations construites par des vendeurs d'essence frelatée à Kétou-centre

Prise de vue: *Seidou, décembre 2020*

Les deux photos de la planche 1 illustrent la force du pouvoir économique des acteurs du commerce transfrontalier dans le Département du Plateau. Les deux propriétaires de ces immeubles détiennent de nombreuses autres réparties un peu partout dans la Commune de Kétou

3.11 CONTRIBUTION DES ÉCHANGES TRANSFRONTALIERS AU DÉVELOPPEMENT DES COMMUNES DU DÉPARTEMENT DU PLATEAU

Les espaces frontaliers relèvent des entités administratives qui doivent s'administrer librement par leurs organes élus. Si les compétences des communes excluent les domaines régaliens de la défense et de la sécurité, elles intègrent cependant l'aménagement du territoire qui constitue une compétence que les collectivités territoriales partagent avec l'Etat.

3.12 DÉCENTRALISATION ET DÉVELOPPEMENT DES COMMUNES AU BÉNIN

Les ressources des Communes comprennent: les recettes de fonctionnement qui proviennent des recettes fiscales, des recettes provenant des prestations des Communes; des produits du patrimoine des Communes, des recettes résultant d'activités de services et des recettes d'investissement temporaires et accidentelles, crédits alloués par l'Etat-subventions ou dotations d'investissements (O. Thomas, 2013, p. 76).

La décentralisation et le développement local, comme processus de mobilisation des acteurs locaux pour la création, la distribution des richesses sur un territoire, concerne les États centraux au travers de l'élaboration de leur stratégie de réduction de la pauvreté (I. Tadja, 2020, p. 120).

3.13 STRATÉGIES DE MOBILISATION DES RESSOURCES PAR LES COMMUNES

Les stratégies de mobilisation des ressources chez les acteurs des échanges sont pratiquement les mêmes au niveau des cinq communes du département. On a entre autres:

- La création des postes de recouvrement;
- La création d'une rotation au niveau des agents collecteurs;
- Le placement de valeurs inactives (tickets) au niveau des barrières;
- Le placement de valeurs inactives (tickets) au niveau des marchés et gare routière;
- Le recrutement des aides collecteurs pour la couverture réelle de la zone frontalière;
- La signature des contrats d'objectifs aux correspondants de recettes suivant une étude approfondie des revenus (mensuels renouvelables);
- Le suivi des contrats;
- L'organisation des contrôles inopinés sur la voie pour booster les recettes;
- L'application sécuritaire du commissariat et de la brigade mobile des frontières;
- Sensibiliser les acteurs sur le civisme fiscal;
- L'organisation des séances publiques de reddition de compte à l'intention des acteurs

Le placement des tickets est fait par les correspondants du régisseur des recettes que sont les agents collecteurs recrutés par la mairie et mis à la disposition de la Trésorerie Communale (TC) dans le cas de la commune de Kétou. Par contre, les agents collecteurs de la gare routière et du marché à bétail sont désignés au sein des membres qui les animent. Les Taxes de Développement Local (TDL) prélevées par les mairies sur les produits d'échange transfrontalier sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1. Taxes de développement local prélevées par la mairie sur les produits d'échange transfrontalier

Différentes prestations	Unité/Base de calcul	Tarifs (FCFA)
TDL sur riz vendu	kg	2F
TDL sur autres céréales: maïs, gari, etc.	kg	3F (Tarif PEA)
TDL sur autres céréales: maïs, gari, etc.	kg	5F (Tarif hors PEA)
TDL sur noix d'anacarde et autres produits transportés	kg	5F
TDL sur autres produits maraîchers: piment, fruits et légumes…	kg	3F (Tarifs PEA et tarifs hors PEA)
TDL sur l'huile de palme	L	3F (Tarif PEA) / 5F (Tarif PEA)
TDL sur le poisson et le Soja	kg	3F (Tarif PEA) / 5F (Tarif hors PEA)
TDL sur bétail en transhumance	Tête	200F
TDL sur espèce non conventionnelle (Lapin, aulacode) vendue	Tête	100F
TDL sur gros ruminant (bœuf, chameau) vendu	Tête	500F

Source: Service des affaires économiques des mairies et travaux de terrain, 2021

3.14 Infrastructures Marchandes Des Communes Frontalières

Les infrastructures marchandes disponibles au niveau des espaces frontaliers desdites communes et qui permettent de mobiliser des recettes sont les suivants: dans la commune de Kétou, on a le marché d'Illara, la gare routière d'Illara, le marché à bétails d'Iwoyé et les divers magasins de riz. Dans la commune de Pobè il a été notifié qu'aucune infrastructure marchande notoire ne permet de mobiliser les recettes au niveau de cet espace frontalier. Dans la commune d'Adja-Ouèrè, trois infrastructures marchandes ont été déclarées à savoir: les magasins de stockage du village Winka et de Ologo ainsi que les hangars du marché Ologo. En ce qui concerne la mairie d'Ifangni, on a les différents marchés frontaliers, les sites de parking des véhicules poids lourd, la gare routière d'Ifangni, les magasins de stockage des produits, etc.

3.15 Recettes Fiscales Générées Par Les Échanges Transfrontaliers

Les acteurs intervenant dans les échanges transfrontaliers du commerce transfrontalier contribuent à la mobilisation des recettes des communes dans le département du Plateau à travers le payement des taxes. Ces taxes proviennent des frais de location de hangars et des droits de place dans les marchés frontaliers, du payement des patentes, des licences, de l'installation des hangars, des boutiques, d'appâtâmes, le droit sur les services marchands et des taxes de stationnement. Le stationnement et le parking de véhicules est source de recettes non fiscales et dans les communes du département du Plateau qui sont les parcours des camions gros porteurs pour ravitaillement et acheminement de biens du Nigeria vers le Bénin et en retour du port de Cotonou vers le Nigeria sans oublier également les véhicules en transit sur le territoire, les recettes peuvent être très importantes. Les recettes perçues sur ces échanges transfrontaliers de 2016 à 2020 au niveau de chaque commune du département du plateau sont synthétisées dans le tableau 2.

Tableau 2. Evolution des recettes de 2016 à 2020 par communes

	Années				
Communes	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Ifangni	196 145 085	126 555 740	184 203 564	174 884 001	190 684 826
Sakété	16 903 500	17 142 000	17 649 000	10 804 000	4 364 000
Adja-Ouèrè	Néant	Néant	3 291 200	2 228 300	2 353 700
Pobè	29 347 500	29 837 900	26 056 100	14 839 200	11 257 800
Kétou	200 146 198	151 190 464	158 490 370	156 375 080	156 895 554

Source: Service des affaires économiques et financières des mairies, 2021

4 Discussion

Plusieurs travaux de recherche ont porté sur la problématique des échanges transfrontaliers en Afrique en général et au Bénin en particulier. Ils ont abouti pour la plupart à des résultats similaires que la présente recherche. C'est ainsi que la communication de M. O. Attanasso et *al* (2018, p. 345) adopte une posture positive sur les différentes femmes et filles de

l'espace transfrontalier entre le Bénin et le Nigeria dans la commune d'Ifangni et de Sakété, localités de destination ou de départ au Nigeria. Ces dernières déclarent avoir réalisé et investi dans le secteur immobilier mis en bail dans les grandes villes pour s'occuper des tâches de scolarisation, de santé des enfants et dans l'astreinte fiscale locale. Toutefois, le travail expose les besoins sexo-spécifiques des femmes et filles pour une meilleure résilience en situations migratoires transfrontalières dans le doublet Bénin Nigeria du corridor Abidjan-Lagos.

Par ailleurs, parlant des incidences socio-économiques de ces transactions (M. M. Mamadou Koné, 2015, p. 11), souligne que les marchés frontaliers offrent la possibilité aux marchands de constituer des regroupements pouvant évoluer vers ce qu'il convient d'appeler des communautés d'affaires ou diasporas urbaines dans les zones frontalières. Selon lui, le commerçant doit réunir trois conditions: s'assurer d'être bien informé et à temps, s'assurer de sa capacité à s'approvisionner à tout moment et cela quelle que soit la quantité, être en mesure d'établir des relations solides et crédibles basées sur la confiance avec les partenaires d'affaires. Il s'agit principalement de permettre aux marchands de minimiser les coûts de transaction et de réduire l'incertitude propre au contexte commercial.

De même, les recherches doctorales de I. Tadja (2020, p. 8), sur le développement local des Communes frontalières du nord-ouest de l'Atacora au travers des facteurs favorisant les échanges transfrontaliers ont montré que ces échanges transfrontaliers sont à 92 % commerciaux et 8 % à but touristique dans ce secteur d'étude. Il ajoute que seuls les marchés frontaliers togolais ravitaillent les différentes aires d'échanges commerciaux des Communes frontalières du nord-ouest de l'Atacora en produits manufacturiers.

Cette étude, à l'instar de celle menée par E. H. Bessan (2020, p. 13) sur les échanges illégaux entre le Bénin et le Nigeria, montrent que les tarifs, le commerce légal et la prime du marché parallèle de change sont des causes exogènes des fraudes sur factures du commerce bilatéral Bénin-Nigeria; cependant le niveau d'exogénéité de la prime du marché parallèle de change dans le commerce surtout dans les flux d'importations peut varier sous certaines conditions. Il ajoute que les tarifs à l'importation appliqués au Bénin et au Nigéria encouragent le sous-secteur de la réexportation. Cependant, ce commerce est impacté négativement dès lors qu'il y'a existence d'un différentiel de tarif et de prime de marché parallèle de change.

5 CONCLUSION

Au terme de cette recherche, il apparaît que sur le plan social, le commerce transfrontalier est générateur d'emplois, lesquels permettent aux acteurs d'assouvir aux besoins fondamentaux tels que: l'alimentation, la santé, la scolarisation des enfants, les cérémonies et autres. Sur le plan économique, le commerce transfrontalier génère d'énormes revenus aux acteurs et contribue de même aux recettes des cinq communes du département du Plateau. Vu l'importance que revêt le commerce transfrontalier dans les espaces frontaliers bénino-nigerians en général et du secteur Ifangni-Kétou en particulier, il est souhaitable que les autorités centrales et locales prennent les dispositions adéquates pour soulager les acteurs et décourager ceux qui échappent toujours à la fiscalité.

REFERENCES

[1] ATTANASSO, Marie-Odile, SOSSOU, Benoît, Koffi, et KOUMOLOU-OUSSOU LIO, Gladys, Raymonde, 2018: Autonomisation et facteur de développement personnel des femmes et des filles migrantes dans les espaces transfrontaliers entre le Bénin et le Nigeria. Acte de la Conférence Internationale sur la Gestion des Frontières Régionales en Mutations (BRIT) 2018 au Nigéria et au Bénin, Dépôt Légal N° 10880 du 12/12/18 Bibliothèque Nationale, ISBN 978-99982-905-0-1, 345-367.

[2] BESSAN, Eudoxie, Huberte, 2020: Transactions illégales dans le commerce transfrontalier: cas des échanges entre le Bénin et le Nigeria. Thèse de doctorat en Sciences Economiques du l'UAC. 295.

[3] Institut National de la Statistique (INS), 2014: Enquête sur les échanges transfrontaliers de marchandises au Cameroun: Bilan méthodologique et résultats. Rapport de transaction, 2014. 60.

[4] Institut Nationale de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE), 2016: Cahier des villages et quartiers de ville du Département du Plateau. (RGPH-4, 2013), 29.

[5] Institut Nationale de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE), 2013: Cahier des villages et quartiers de ville du département du Plateau (RGPH-4, 2013). 29.

[6] Institut Nationale de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE), 2002: RGPH3, résultats provisoires: population, habitat au Bénin, caractéristiques économiques. Cotonou, 135.

[7] LIGALI, Soulaemann, 2017: Incidences socio-économiques du commerce transfrontalier dans la commune de Sèmè-Podji. Mémoire de Master Professionnel en développement local, MIRD/UAC, 91.

[8] Magazine Qiraat, 2018: Le petit commerce transfrontalier en Afrique: pourquoi faut-il le soutenir ? Rapport d'étude, Consulté le 10/ 08/ 2020 à 11h-04min.
[9] MAMADOU, KONE, Mahaman, Moustapha, 2015: Marchands ouest-africains et marchés frontaliers: construction d'une communauté d'affaires. Thèse de doctorat en Géographie. Université Michel de Montaigne - Bordeaux III, 265.
[10] MARIEN, Bruno et BEAUD, Jean-Pierre, 2003: Guide pratique pour l'utilisation de la statistique en recherche, le cas des petits échantillons. Québec, AUF, Réseau sociolinguistique et dynamique des langues, 75.
[11] MESTRE, Christophe, 2017: La coopération transfrontalière des communes béninoises. Rapport du Centre International d'Etudes pour le Développement Local, Lyon, 4.
[12] SENIORA, Jihan et POITEVIN, Cédric, 2010: Gestion des frontières terrestres et trafic illicite des armes légères. Les rapports du GRIP, 24.
[13] SOSSOU-AGBO, Lazare, 2011: Dynamique territoriale à la frontière bénino-nigeriane: Rôle des marchés du Sud-Est. Brit XI, Sep 2011. Genève/ Grenoble, France, 23.
[14] TADJA, Idrissou, 2020: Echanges transfrontaliers et développement local au Nord-Ouest de l'Atacora au Bénin. Mémoire de Thèse de Géographie, EDP/FLASH/UAC, 183.
[15] THOMAS, Brice, Omer, 2013: Politiques publiques de décentralisation. Christon édition, Cotonou, 146.
[16] VIGNINOU, Toussaint et ALLAGBE, Benjamin, 2014: Echanges transfrontaliers et structuration des périphéries nationales: le cas du secteur Bassila-Tchamba (Bénin-Togo). Rev. Sc. Env. Univ., Lomé (Togo), n°11 (spécial), Vol 2, ISSN 1812-1403, 458- 768.
[17] ZANNOU, Sandé, 2014: Gouvernance locale et stratégies de développement dans les communes du département du Plateau au Sud-Est du Bénin. Thèse de Doctorat Unique de Géographie, Université d'Abomey-Calavi, 323.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 790-799
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Efficacité technique des exploitations maraichères d'hivernage dans les communes d'Imanan et de Tagazar au Niger

[Technical efficacity of rainy market gardening in the municipalities of Imanan and Tagazar in Niger]

Idrissa Guisso Maïga Djibril[1], Ali Mahaman[1], and Soumana Boubacar[1-2]

[1]Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

[2]Laboratoire d'Analyse et de Recherche en Sociologie et Economie rurales (LARSER), Niger

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In sahelian contries like Niger, the market garden is a sustainable response to improve agriculture yet dominated by dry crops. This work is produced to analyze the technical efficacity and to identify socioeconomics and technical factors which explain this techncal efficacity. The approach used is the Stochastic Fronter Analysis and Cobb-Douglass is applicated as function of production. In order to identify the determiants of this efficacity, the Fractionnal Regression Model is used. It results that the efficacity scores averages are 44,51% for tomato, 51,81% for piment and 64,09% for cabbage. Between the farmer who is near the fronter and the farmer who is fare the fronter, we have a high contrast. The results show that being alphabete, access to vulgarisation, the farmer's object and being near of exploitation improve the technical efficacity. However, selling in the exploitation, being in farmers'organisation and the contractualization with traders reduce the technical efficacity. This paper purpose to government and their partners to include rainy market gaderning in agricultural policy.

KEYWORDS: Rainy market gardening, Technical Efficacity, Socioeconomic's determinants, Niger.

RESUME: Dans plusieurs pays sahéliens comme le Niger, le maraichage est une alternative d'augmentation de la production agricole constituée principalement par celle des cultures sèches. L'objectif de cette étude est d'analyser l'efficacité technique des maraichers d'hivernage ainsi que les facteurs socioéconomiques et techniques qui la déterminent dans les communes d'Imanan et de Tagazar. L'approche de frontière stochastique et la fonction de production Cobb-Douglas sont utilisées pour estimer les niveaux d'efficacité technique des producteurs de chou, de poivron et de tomate. Pour identifier les facteurs qui déterminent les niveaux d'efficacité des producteurs, il est utilisé le Fractional Regression Model (FRM) à l'aide du logiciel STATA 14.1. Il ressort de l'analyse des résultats, que les scores moyens d'efficacité technique sont estimés à 48,51%, pour les producteurs de tomate, de 51,81% pour les producteurs de poivron et de 64,09% pour les producteurs de chou avec des larges contrastes entre le maraicher le plus proche et le plus loin de la frontière de production. En plus, l'instruction, l'accès à la vulgarisation, l'orientation de la production vers la vente et la proximité champ-parcelle maraichère améliorent l'efficacité technique des producteurs. Par contre, les producteurs techniquement peu efficaces se reconnaissent par l'affiliation à une organisation, la vente individuelle bord parcelle et la contractualisation avec les revendeurs. La dose des intrants varie selon la spéculation. Les résultats de cette étude pourraient servir de base pour améliorer l'efficacité des politiques agricoles au Niger.

MOTS-CLEFS: Maraichage d'hivernage, Efficacité technique, Déterminants socioéconomiques, Niger.

1 INTRODUCTION

Les pays en voie de développement se caractérisent par un modèle économique rural basé sur la subsistance. Cela fait que les cultures sèches sont les plus pratiquées [1]. Mais ces dernières ont montré leurs limites à plusieurs titres. Leur forte dépendance aux aléas climatiques de plus en plus défavorables a favorisé l'émergence et le développement de résistance des maladies et ravageurs de culture [2]. Les champs ont non seulement subi un morcèlement sans précédent mais aussi et surtout ont été privés des résidus de culture; premiers moyens de restauration de la fertilité [3, 4, 1]. Par ailleurs, la contribution des semences améliorées n'a pas été à la hauteur des attentes vivement annoncées. Le résultat reste très mitigé en termes d'adoption ou de satisfaction des producteurs en ce qui concerne le mil et le sorgho [5, 6].

Au regard des incertitudes liées à la production des cultures sèches, le maraichage est devenu un complément crédible pour assurer la sécurité alimentaire et nutritionnelle des ménages ruraux [7]. Les résultats de la campagne d'hivernage ont toujours été compensés par la haute valeur marchande mais aussi d'usage des produits maraichers de la campagne sèche [8]. C'est une activité relativement peu tributaire aux aléas climatiques en ce sens que le principal facteur limitant à savoir l'eau, est contrôlé contrairement aux cultures sèches pour lesquelles la mauvaise répartition spatiotemporelle demeure une contrainte de production majeure [4]. C'est d'ailleurs pourquoi, le maraichage a fait l'objet de plusieurs études pour ressortir ses techniques de production, sa rentabilité et surtout sa contribution dans l'amélioration de la sécurité alimentaire. Cela a surtout été l'œuvre des institutions de recherche à la demande de l'Etat et des organisations non gouvernementales (ONG) en prélude ou en épilogue de leurs interventions.

Par ailleurs, des producteurs entreprenants parviennent à exercer le maraichage hors de sa période habituelle (en hivernage) à la recherche d'un prix rémunérateur. Si très peu d'études ont été jusque-là menées pour cerner la rentabilité de cette activité exercée conjointement en campagne humide avec les cultures sèches, au Niger la recherche ne s'est pas encore intéressée à la mesure des performances socioéconomiques de cette catégorie d'exploitation maraichère. Si beaucoup de producteurs estiment que le maraichage d'hivernage est très rentable au regard de la forte demande des produits frais en hivernage, des interrogations persistent sur les possibilités pour ces producteurs entreprenants d'accroître leurs profits. En effet, dans la littérature microéconomique, les entreprises ne se contentent pas seulement de la rentabilité d'une activité. Ils vont au-delà recherchant les moyens de produire le maximum d'output en maintenant les inputs [9]. En ce sens, la mesure de l'efficacité technique fournit des informations utiles sur la compétitivité des exploitations agricoles et le potentiel d'amélioration de la productivité, avec les ressources et le niveau de technologie existants [10]. Dans le cas d'une exploitation maraichère, quelles quantités d'intrants et/ou de facteurs est-il possible de réduire tout en maintenant le même volume de production ? Avec les mêmes quantités d'intrants ou de de facteurs, peut-on produire plus ? Cet article mesure l'efficacité technique des maraichers d'hivernage tout en déterminant les facteurs socioéconomiques, sociodémographiques et techniques qui l'influencent. Le papier teste les hypothèses suivantes: (i) les maraichers d'hivernage peuvent élever leur niveau d'efficacité technique en révisant leurs combinaisons des facteurs de production. (ii) Les producteurs efficaces privilégient la vente individuelle bord-parcelle. (iii) Les producteurs efficaces ont leurs champs et leurs parcelles maraichères tout près l'un de l'autre.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 ZONE D'ÉTUDE

Les communes d'Imanan (département de Filingué) et de Tagazar (département de Balleyara) sont situées respectivement 14°0'45" N; 3°12'45"E et 13°4'77" N; 2°56'50"dans la région de Tillabéri.

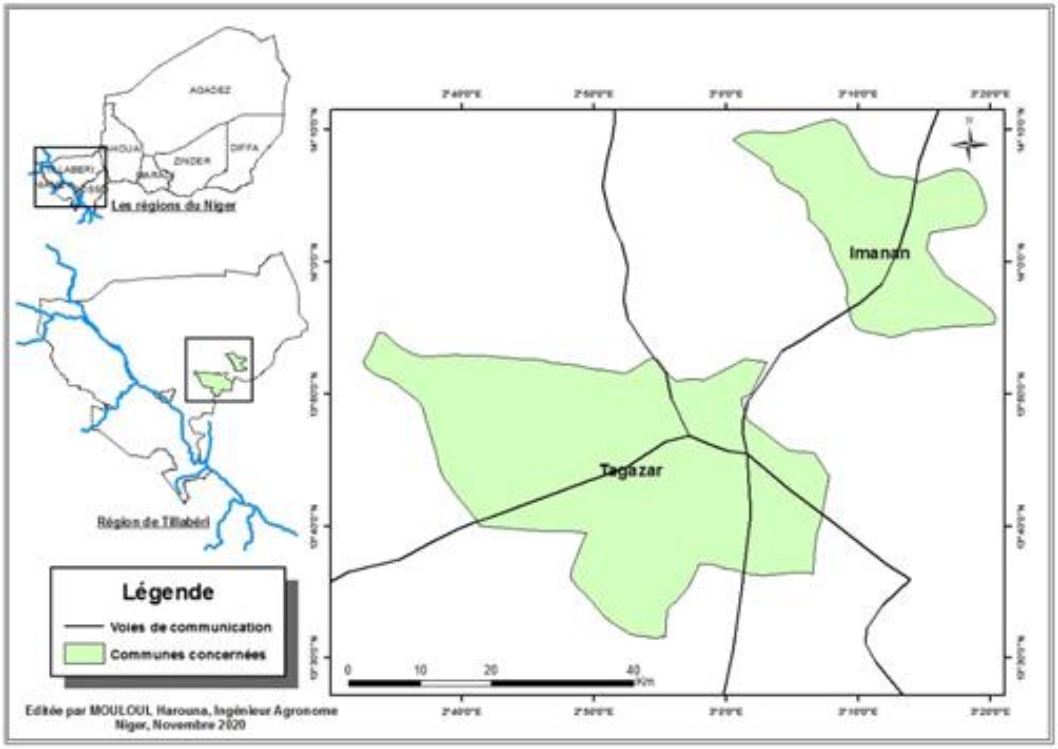


Fig. 1. Carte des communes d'étude

2.2 CONCEPT ET ÉVALUATION D'EFFICACITÉ TECHNIQUE

Dans la littérature, la notion d'efficacité fait l'objet de deux grandes composantes: l'efficacité technique et l'efficacité allocative.

La première se réfère à l'organisation matérielle de la production. Ainsi, un maraicher est techniquement efficace, si pour un niveau de facteurs et d'intrants utilisés, il est impossible d'augmenter la quantité d'un produit sans augmenter la quantité d'un ou plusieurs facteurs ou sans réduire la quantité d'un autre produit. L'exploitant le plus efficace techniquement est celui qui, à niveau de production égal, a utilisé le moins d'intrants [11].

La seconde efficacité se définit par rapport au système de prix auquel fait face l'exploitant et suivant un comportement d'optimisation économique (minimisation du coût, maximisation du profit). À titre d'exemple, un agriculteur est déclaré allocativement efficace si, à un niveau de production donné, le coût de production est minimum. L'exploitant qui est à la fois techniquement et allocativement efficace est dit économiquement efficace. Il a un comportement de maximisation de profit. En situation de concurrence, son profit est maximal lorsqu'elle égalise le coût marginal de production de chaque facteur de production à son prix sur le marché. Selon la théorie micro-économique traditionnelle, les études d'efficacité technique ou économique n'ont pas leur raison d'être car le producteur est supposé être rationnel et « maximisateur » de profit. Par conséquent, chaque exploitant se trouverait toujours sur la frontière de production ou sur la frontière de coût. Mais dans la réalité, les études montrent le contraire. En fait, l'expérience indique que les producteurs en général ne se situent jamais, du moins dans leur majorité, sur les frontières de production et de coût. C'est ainsi que de nombreuses études empiriques ont été menées dans tous les domaines et sur presque tous les continents pour quantifier exactement le niveau d'efficacité technique atteint par les producteurs [12].

2.3 ESTIMATIONS DES INDICES D'EFFICACITÉ TECHNIQUE

Afin d'estimer l'efficacité technique, une fonction de production est utilisée. Une utilisation non optimale des facteurs de production qui peut être mise en avant pour les agriculteurs nigériens (contraintes phytosanitaires, budgétaires etc.) implique une inefficacité technique bien connue comme l'inefficience-X [13]. En considérant que le producteur i utilise plusieurs intrants X pour produire un seul ou plusieurs outputs Y, une fonction de production peut être écrite pour représenter une technologie particulière: Yi=f (xi). Sur la frontière, le producteur produit l'output maximal pour un ensemble d'inputs donné ou utilise un niveau minimum d'inputs pour produire un niveau donné d'output. En théorie microéconomique, une absence d'inefficacité

dans l'économie signifie que toutes les fonctions de production sont optimales et que toutes les firmes produisent à la frontière. Mais en raison de l'imperfection des marchés, les producteurs peuvent se retrouver en dessous de la frontière de production. Une mesure orientée output de l'efficacité technique d'un agriculteur suivant [14], donne:

$$Yi=f(Xi, Ɓ).e^{-wi} \quad (1)$$

Où Yi est un scalaire d'output, Xi un vecteur des intrants utilisés par le producteur i=1,....., n et f (xi, Ɓ) est la frontière de production où Ɓ est un vecteur de paramètres technologiques à estimer. wi est une variable aléatoire non observable et non-négative associée à l'inefficacité technique de production qui suit une distribution arbitraire. Selon [15, 16], une frontière de production stochastique est utilisée de sorte que le terme d'erreur ait deux composantes: les chocs aléatoires Vi (non attribués à la relation entre les inputs et l'output) et l'inefficacité Ui. Par conséquent, l'équation (1) devient:

$$Yi = f(Xi, Ɓ). e^{-ui}.e^{vi} \quad (2)$$

Où Vi représente les chocs aléatoires qui sont supposés être indépendants et identiquement distribués avec une distribution normale de moyenne nulle et de variance inconnue. Sous cette hypothèse, un producteur en dessous de la frontière n'est pas totalement inefficace car les inefficacités peuvent aussi être le résultat des chocs aléatoires (comme les chocs climatiques). Puisque TEi est une mesure orientée output de l'efficacité technique, une mesure de TEi est donnée par:

$$TEi = \frac{PRODobs}{PRODmax}=\frac{f(X,Ɓ).e^{-ui}.e^{vi}}{f(X,Ɓ).e^{vi}}=e^{-ui} \quad (3)$$

L'efficacité technique est donc estimée en utilisant le modèle de frontière stochastique donné par les équations (2) et (3).

ESTIMATION DES DÉTERMINANTS DE L'EFFICACITÉ TECHNIQUE

L'objectif de la réalisation du modèle de frontière stochastique n'est pas seulement de déterminer les scores d'efficacité technique, mais aussi d'étudier les facteurs qui caractérisent des différences d'efficacité. En s'inspirant de [17, 18, 19] l'équation de l'inefficacité du producteur en relation avec ces facteurs peut être formulée comme suit:

$$Ui = ZiƁ + Ɛ. \quad (4)$$

Où Zi est un vecteur des variables socioéconomiques et sociodémographiques. Ɓ est le vecteur des paramètres à estimer et Ɛi est le terme d'erreur qui suit une distribution normale tronquée défini par Ɛi ≤-ZiƁ.

L'estimation du vecteur de paramètres Ɓ a fait l'objet de débats dans les études d'efficacité. La procédure la plus utilisée consiste dans un premier temps à estimer les indices d'efficacité et dans un second temps procéder à leur régression contre les différents facteurs soupçonnés. Toutefois, lorsque [20, 17] défendent cette procédure à deux étapes, [14, 21] la critiquent en argumentant qu'elle viole l'une des hypothèses de base, selon laquelle « les effets d'efficience sont identiquement et indépendamment distribués de la frontière stochastique ». [19] ont proposé une modélisation à une étape dans laquelle les effets d'efficience sont fonction de diverses variables observables telles que l'âge, l'éducation, l'accès aux services de vulgarisation, le type de semences utilisées etc. Malgré ces critiques, la procédure à deux étapes est restée populaire dans la recherche des facteurs affectant les indices d'efficacité. Cette popularité est confortée par le fait qu'on n'a pas une liste des déterminants de l'efficacité. Afin d'estimer l'efficacité technique des maraichers d'hivernage, la présente étude adopte la procédure en deux étapes. La fonction de production Cobb-Douglas, en dépit de ses propriétés restrictives, est préférée parce que ses coefficients représentent directement l'effet d'une variation de la quantité des inputs sur l'output et sont faciles à interpréter et à estimer que la fonction Translog [22]. Le modèle se présente comme suit [23]:

$$\ln(yi) = Ɓ0 + Ɓ1\ln(xi1) + Ɓ2\ln(xi2) + Ɓ3\ln(xi3) + Ɓ4\ln(xi4) + Ɓ5\ln(xi5) + Ɓ6\ln(xi6) \quad (5)$$

Avec yi le rendement obtenu en T/ha, x1 la quantité de semences utilisée en g/ha, x2 la quantité de carburant en litre/ha, x3 la quantité d'engrais en kg/ha, x4 la quantité de pesticides en litre/ha, x5 la quantité de la main d'œuvre en homme-jour par hectare (hj/ha) et x6 la superficie exploitée par le maraicher.

Tableau 1. Définition des variables utilisées dans le modèle

Variables	Modalités	Effets attendus
Age	Age de l'exploitant en années	+
Sexe	1 pour masculin, 0 pour féminin	+
Superficie exploitée	Superficie exploitée en mètre carré	+
Quantité vendue/ Production	Quantité vendue par rapport à la production obtenue	+
Expérience en maraichage d'hivernage	Nombre d'années d'exercice du maraichage en hivernage	+
Instruction	1 pour instruit et 0 pour non instruit	+
Proximité champ parcelle	1 pour moins 500 mètres et 0 pour plus	+
Affiliation à une organisation	1 pour oui et 0 pour non	+
Accès vulgarisation	1 pour oui et 0 pour non	+
Vente groupée bord parcelle	1 pour oui et 0 pour non	+
Vente individuelle marché	1 pour oui et 0 pour non	-
Vente individuelle bord parcelle	1 pour oui et 0 pour non	+
Faire-valoir héritage	1 pour oui et 0 pour non	-
Faire-valoir achat	1 pour oui et 0 pour non	+
Contractualisation avec clients	1 pour oui et 0 pour non	+

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 CARACTÉRISTIQUES SOCIOÉCONOMIQUES

Âgé de 47 ans, le maraicher d'hivernage moyen a capitalisé de 6 ans d'expérience et exploite une parcelle de 179,96 m^2. Il utilise 30 g de semences maraichères, 42 litres de carburant, 17 kg d'engrais et 0,9 litres de pesticides.

Tableau 2. Statistiques descriptives des variables utilisées dans le modèle

Variables	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
Age	25	61	46,48	6,791
Nombre d'années d'expérience	3	17	5,98	2,598
Superficie exploitée	70	1500	179,96	171,101
Taille du ménage	4	17	8,97	2,690
Quantité de semences	5	100	29,26	23,519
Quantité de Carburant	8,50	175,00	42,6471	28,49619
Quantité d'engrais	0,3	71,25	17,0639	13,01857
Quantité de produits phyto	0,10	4,00	,9598	,84686

Il ressort de l'analyse des résultats, que 98% des maraichers enquêtés sont des hommes et 64,7% de l'ensemble des maraichers sont affiliés à une organisation paysanne. On note trois stratégies de commercialisation des produits maraichers d'hivernage à savoir la vente groupée bord parcelle (VGBP), la vente individuelle au marché (VIM) et la vente individuelle bord parcelle (VIBP). La première est pratiquée par seulement 2,9% de l'échantillon tandis que la seconde et la troisième sont pratiquées par respectivement 64,7% et 67,6%.

Tableau 3. Variables qualitatives intégrées dans le modèle

Variables	Modalités	Effectif	Fréquence
Sexe	Masculin	2	2,0%
	Féminin	100	98,0%
Affiliation à une OP	Oui	66	64,7%
	Non	36	35,3%
Accès à la vulgarisation	Oui	60	58,8%
	Non	42	41,2%
Vente groupée Bord Parcelle	Oui	3	2,9%
	Non	99	97,1%
Vente Individuelle au marché	Oui	66	64,7%
	Non	36	35,3%
Vente individuelle bord parcelle	Oui	69	67,6%
	Non	33	32,4%
Faire-valoir héritage	Oui	82	80,4%
	Non	20	19,6%
Faire-valoir achat	Oui	11	10,8%
	Non	91	89,2%

3.2 ESTIMATION DU MODÈLE D'EFFICACITÉ TECHNIQUE DES MARAICHERS D'HIVERNAGE

Pour estimer la fonction de production, la fonction de type Cobb-Douglass a été utilisée. Le niveau d'efficacité a été obtenu à l'aide de la méthode de frontière stochastique (SFA). Les trois frontières de production correspondant chacune à une culture maraichère à savoir le chou, le poivron et la tomate sont consignées dans le tableau 4. Au regard du tableau, on remarque que lambda est significatif à 1% au niveau de chaque culture maraichère. Cela implique qu'il existe de l'inefficacité technique chez les maraichers d'hivernage. Cette inefficacité remet en question l'allocation des quantités d'intrants utilisés et bien d'autres facteurs. Cela indique surtout que les maraichers d'hivernage pouvaient produire la même quantité en réduisant les proportions des quantités des intrants et facteurs. Avec les mêmes quantités d'intrants, les maraichers pouvaient obtenir plus de quantité d'output. La superficie exploitée a été significativement négative au niveau des trois cultures. La superficie a un effet moyen négatif de 2,3%, de 5,8% et de 14,5% sur le rendement obtenu respectivement dans la production du chou, du poivron et de la tomate. Ces résultats sont proches de ceux obtenus par [24]. Cela sous-entend que les grandes superficies et les dépenses liées à la main d'œuvre ne favorisent pas forcément le rendement. Ces résultats corroborent ceux trouvés par [25, 26]. La variable quantité de semences a été significative avec un effet moyen positif de 9,69% pour le chou, de 9,17% pour le poivron et de 9,31% pour la tomate. Il en est de même pour le carburant avec un effet moyen respectif de 6,78%, 12,78% et -34%. Ce dernier résultat pourrait s'expliquer par le fait que les maraichers ne maitrisent pas le besoin de la tomate en eau dans cette période particulière. Malgré la pluviosité de la saison, ils ont tendance à appliquer les mêmes fréquences d'irrigation en saison sèche. Or l'excès d'humidité ne favorise pas l'extériorisation du potentiel productif des cultures maraichères [27].

La quantité de fertilisants a un effet significatif moyen de -5,28% et de 8,63% sur respectivement la production du chou et du poivron. Cette variable explicative n'est cependant pas significative dans la production de la tomate avec un coefficient de 0,193. L'effet négatif constaté dans la production du chou pourrait s'expliquer par l'usage abusif ou disproportionné d'engrais en vue de produire plus. Les producteurs de chou seraient frappés par la loi de rendement moins que proportionnel. Pour le chou et la tomate, à la lumière de l'importance des fertilisants en cultures maraichères, les coefficients sont sensiblement faibles. Cela s'expliquerait par la prudence des maraichers expérimentés dans l'application de l'engrais de peur qu'une longue pluie ne draine les éléments nutritifs libérés. Ce résultat est proche de celui de [24] mais largement inférieurs à celui de [28]. La variable quantité de produits phytosanitaires explique de façon significative et positive le rendement obtenu par les producteurs de chou (0,2375) et de poivron (0,0829). La variable a un effet moyen non significative de 42,49% sur le rendement de la tomate. Les maraichers d'hivernage se servent de leurs expériences en maraichage en saison sèche pour assurer la protection de leurs cultures. Cette sensibilité de la production aux intrants utilisés est contredite par les travaux de [29] lorsqu'ils ont mené des études sur l'efficience des riziculteurs guinéens en 2008.

Tableau 4. Estimation du modèle d'efficacité technique des producteurs

	Chou		Poivron		Tomate	
	Coef.	Err. std	Coef.	Err. std	Coef.	Err. Std
Superficie exploitée	-0,023**	0,0703	-0,058**	0,0244	-0,145*	0,067
Semences utilisées	0,0969*	0,3093	0,0917*	0,1519	0,0931*	0,0573
Quantité de Carburant	0,0678*	0,4095	0,1278*	0,1280	-0,340*	0,299
Quantité de Fertilisants	-0,0528*	0,9924	0,0863*	0,3107	0,084	0,193
Quantité Produits phyto	0,2375*	0,1019	0,0829*	0,5101	0,4249	0,2171
Main d'œuvre engagée	0,0008*	0,0034	0,0097	0,0004	0,0005	0,0006
Constante	20,27	22,49	31,24	20,28	73,42	40,784
Sigma v	47.19009	4,769	7,923	0,9937	18,58	13,683
Sigma u	0,073	282,75	0,0704	24,885	17,59	40,282
Lambda	0,0015***	282,95	0,0088***	24,98	0,947***	53,641
Log likelihood	-258,38	-	-111,64	-	-116,51	-
LR chi2 (6)	12,83	-	14.18	-	15.89	-

****: p < 0,001 **: p < 0,01 *: p < 0,05*

Du tableau 5, il ressort des scores moyens d'efficacité techniques de 0,4451 pour les producteurs de la tomate, de 0,5181 pour les producteurs du poivron et 0,6409 pour ceux du chou. Pour être sur la frontière de production, le producteur moyen de tomate doit plus que doubler la quantité de tomate récoltée en utilisant maintenant les quantités d'intrants et de facteurs habituellement utilisés. Les producteurs de poivron et de chou doivent aussi trouver les meilleures combinaisons d'intrants leur permettant d'atteindre les rendements potentiels. Ces moyennes sont légèrement inférieures à celles trouvées par [24] au Benin (65,4%), et de celle obtenue par [30] (69%) mais largement en déca des résultats de travaux de [28] en 2017 (80,35%).

Tableau 5. Scores d'efficacité technique des maraichers d'hivernage selon les cultures pratiquées

Efficacité technique	Maximum	Moyenne	Minimum
Tomate	0,7815	0,4451	0,0754
Poivron	0,8592	0,5181	0,1090
Chou	0,9863	0,6409	0,2331

3.3 DÉTERMINANTS SOCIOÉCONOMIQUES ET TECHNIQUES DE L'EFFICACITÉ TECHNIQUE

Le tableau 6 indique que l'expérience améliore significativement l'efficacité technique des producteurs de poivron 0,0430 et de tomate (0,9259). Le coefficient est négatif mais pas significatif (-0,0202) chez les producteurs du chou. Le niveau d'instruction a un effet positif sur l'efficacité technique des trois types de producteurs. Il est particulièrement significatif chez les producteurs de chou, signifiant que les plus techniquement efficaces d'entre eux sont des producteurs instruits. L'instruction est une variable qui a un impact positif sur les indices d'efficacité dans le sens qu'un producteur instruit a facilement la maîtrise des techniques modernes de production et il a aussi l'opportunité d'avoir les informations nécessaires sur les prix de marché et d'acheter ses inputs à moindre prix. Selon [31], par exemple le niveau d'instruction a un impact positif sur l'efficacité technique des exploitants en Papouasie et Nouvelle Guinée. L'accès à la vulgarisation a un effet significatif positif et donc améliore l'efficacité technique des producteurs de chou (0,2246), de poivron (0,5826) et mais pas de tomate (0,4422). A la différence des cultures sèches, l'introduction des cultures maraichères s'est systématiquement accompagnée par des conseils de production. Le maraicher n'est pas complexé de demander des éclairages sur les techniques de production maraichère estimant le caractère exotique de l'activité. Ce résultat prouve que malgré le caractère mitigé des efforts de l'Etat et des organisations non gouvernementales dans le développement rural, des producteurs attentifs et curieux tirent profit des services rendus par les structures de conseil. Le cas spécifique de la tomate s'expliquerait par le caractère exigeant de cette dernière par rapport aux deux autres cultures. Ce résultat contredit celui trouvé par [24] en 2018 selon lequel les exploitants en contact avec un agent vulgarisateur sont techniquement moins efficaces que ceux qui ne le sont pas. Le signe négatif significatif a été attribué à l'affiliation à une organisation paysanne. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les organisations paysannes au plus bas niveau sont en réalité des « structures de facette » généralement créées par une poignée de producteurs prêts à séduire les projets qu'ils finissent par personnaliser dans leurs villages. Dans ce cas de figure, les autres producteurs

affiliés restent sur leur soif quant à l'accès au service de leur organisation. Ces résultats sont conformes aux travaux de [29] pour lesquels les obligations sociales et l'efficacité technique sont négativement corrélées. Cependant, il est contraire à celui de [32] selon lesquels l'organisation sociale accroît le potentiel productif de la société en ce sens que les membres d'une organisation seraient favorisés dans l'accès à l'information mais aussi et surtout aux partenaires de développement. Ils estiment qu'une organisation communautaire peut résoudre les problèmes de main-d'œuvre et d'accès aux intrants qui sont des facteurs qui améliorent l'efficacité technique du paysan. Les résultats contredisent aussi ceux trouvés par [33] en 2017 selon lequel l'exploitant membre d'une organisation paysanne est relativement plus efficient techniquement que celui n'appartenant pas à un groupe de paysans.

Puisqu'il s'agissait de pratiquer le maraichage en hivernage, nous avons testé la variable proximité champ-parcelle maraichère dans le modèle. Les résultats rapportent que les maraichers dont le champ et la parcelle maraichère se trouvent côte à côte, sont les plus techniquement efficaces avec des coefficients significatifs de 0,8245 pour le chou, de 0,0430 pour le poivron et de 0,2361 pour la tomate. Cela trouverait une explication en ce sens que cette catégorie de producteurs a plus de facilité dans la gestion du temps et des autres ressources pour le suivi rigoureux de leurs parcelles. Une étude similaire a été faite par [26] en 2014 sur la production du riz en Corée du Sud. Il ressort de leur étude qu'il était possible d'augmenter l'efficacité de production et que l'effet de l'emplacement était significatif sur le rendement de la production.

Par ailleurs, les résultats révèlent que la vente individuelle bord parcelle est une stratégie de commercialisation privilégiée par les producteurs les moins techniquement efficaces. Les producteurs de chou ayant contractualisé avec les revendeurs sont les moins efficaces techniquement. Aussi, les producteurs fortement orientés vers la vente (le ratio quantité vendue-quantité produite) sont les plus techniquement efficaces. L'âge, le sexe et les modes de faire-valoir n'ont pas d'effets significatifs dans la quête d'efficacité technique des trois types de producteurs.

Tableau 6. Déterminants de l'efficacité technique des maraichers d'hivernage

	Variable dépendante					
	Chou		**Poivron**		**Tomate**	
Variables indépendantes	**Coef.**	**Err. Std**	**Coef.**	**Err. Std**	**Coef.**	**Err. Std**
Age	0,0619	0,0125	0,0306	0,0251	-0,0203	0,0262
Sexe	0,1466	0,1370	-	-	-	-
Quantité vendue/ Production	0,0106**	0,0056	0,0036*	0,046	0,0016*	0,0024
Proximité champ parcelle	0,8245*	0,2019	0,0430 *	0,0468	0,2361*	0,0423
Expérience en maraichage d'hivernage	-0,0202	0,0373	0,0430*	0,0436	0,9259*	0,0779
Instruction	0,2205*	0,1768	0,0689	0,18412	0,1627	0,4936
Affiliation à une organisation	-0,0299*	0,1630	-0,3004*	0,3700	-0,1099*	0,0316
Accès vulgarisation	0,2246*	0,1789	0,5826*	0,4953	0,4422	0,3059
Vente individuelle bord parcelle	-0,0265*	0,2918	-0,2555*	0,2235	-0,3034	0,4662
Faire-valoir héritage	-0,2777	0,1608	0,7064	0,1601	0,1063	0,717
Faire-valoir achat	-0,3932	0,2184	0,2149	0,5236	0,216	0,0152
Contractualisation avec clients	-0,7204*	0,1819	-	-	-	-
Constante	2,1359	1,0925	-8,4522	-5,32	-4,5144	-4,5144

-: *cas de colinéarité*

4 CONCLUSION

Au regard de ce qui précède, les résultats révèlent des scores moyens d'efficacité de 0,6409 pour le chou, de 0,5181 pour le poivron et de 0,4451 pour la tomate. Cela indique que les trois types de maraichers sont loin de la frontière de production. L'écart relativement grand entre les scores obtenus moyens et chacune des frontières de production permet de comprendre que le maraichage d'hivernage est une activité récente et que les producteurs regarderaient plus sa rentabilité en la comparant au maraichage de la saison sèche. Ils perdent de vue les possibilités d'accroitre leurs rendements en jouant sur les quantités d'intrants et de facteurs utilisés au cours de l'exercice. L'analyse confirme l'hypothèse selon laquelle les maraichers pouvaient produire plus sans augmenter un quelconque input. Cette étude ressort aussi des spécificités selon les types de culture maraichère pratiquée. Pour le cas du chou, le modèle utilisé a indiqué que les quantités de semences, de carburant et de produits phytosanitaires utilisés ont un effet favorable à l'accroissement du rendement et que les quantités de fertilisants

appliquées ont un effet négatif sur ce dernier. Ce résultat met en exergue les éventuelles utilisations abusives d'engrais apportés par les producteurs du chou. Pour le cas du poivron, les quantités de chacun des quatre types d'intrants favorisent significativement le rendement. Pour le cas de la tomate, les maraichers ne maitrisent pas la dose et la fréquence d'irrigation entre deux pluies. Ils ont tendance à irriguer au-delà du besoin de la plante. Ce qui est contreproductif car cela favorise l'excès humidité préjudiciable à l'épanouissement de la plante. Et, le surplus du carburant utilisé constitue un gaspillage dans l'allocation des ressources. Par ailleurs, le fait que le maraicher ait sa parcelle tout près de son champ améliore son efficacité technique. L'étude a aussi montré que l'accès à la vulgarisation, et l'orientation de la quantité produite vers la vente constituent des traits de reconnaissance d'un maraicher d'hivernage techniquement efficace. A ce niveau, l'Etat et ses partenaires doivent garder le cap pour que le maximum de producteurs et d'organisations paysannes aient accès à un conseil de proximité. Ce papier lève aussi le voile sur les différentes stratégies de commercialisation pratiquées. Contre toute attente, la vente individuelle bord parcelle et la contractualisation se sont avérées comme des stratégies pratiquées par les producteurs techniquement peu efficaces.

REFERENCES

[1] FAO: Situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture; (1999), 354 pages.

[2] Comité Inter Etat de Lutte contre la Sécheresse au Sahel: Développement des cultures pluviales au Niger, (1982) 293p.

[3] F. FOREST et B. CORTIER: Diagnostic hydrique des cultures et la prévision du rendement régional du mil cultivé dans les pays du CILSS, (1991), 11 pages.

[4] M. BLANCHARD: Savoirs techniques locaux et pratiques d'intégration agriculture-élevage. Thèse de doctorat (2010) 302 pages.

[5] B. ALPHA GADO et A. DRAME YAYE: Histoire des crises alimentaires au Sahel: cas du Niger, (2006) 71p.

[6] A. C ASSIYA: Evaluation des impacts socioéconomiques de l'utilisation des variétés améliorées (Mil HKP et Niébé TN578) au niveau des ménages dans la région de Zinder: Cas Garagoumsa, Tirmini et Tanout au Niger; mémoire d'ingénieur agronome; institut polytechnique rural du Mali. (2010) 107p.

[7] O. H. ISSOUFOU, S. BOUBACAR, T. ADAM et B. YAMBA: Déterminants de l'adoption et impact des variétés améliorées sur la productivité du mil au Niger (2017) 18 p.

[8] M. BALME, S. GALLE et L. THIERRY: Démarrage de la saison des pluies au Sahel: variabilité aux échelles hydrologique et agronomique, analysée à partir des données EPSAT-Niger. (2005), 8 p.

[9] INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE: Agriculture et conditions de vie des ménages au Niger, (2012) 72p.

[10] T. E. ERKOC.; "Estimation Methodology of Economic Efficiency: Stochastic Frontier Analysis vs Data Envelopment Analysis." International Journal of Academic Research in Economics and Management Sciences (2012), 1 (1): 1–23.

[11] D. J. OTIENO, H. LIONEL, et R. ERIC: "Determinants of Technical Efficiency in Beef Cattle Production in Kenya." International Association of Agricultural Economists (IAAE), Triennial Conference, Foz do Iguacu, Brasil, 18-24 August, (2012). 18–24.

[12] E. NUAMA: Mesure de l'efficacité technique des agricultrices de cultures vivrières en Côte-d'Ivoire (2006). Economie rurale 16p.

[13] A. THIAM, E. BORIS, BARVO-URETA, T. E RIVAS.. Technical efficiency in developing country agriculture a metaanalysis. Agricultural Economics, (2001) vol. 25, p. 235-243.

[14] H. LEIBENSTEIN. Allocative Efficiency vs. "X-Efficiency." The American Economic Review, (1966) 56 (3), 392 – 415.

[15] S. C. KUMBHAKAR, S. GHOSH, et J. T. MCGUCKIN. A Generalized Production Frontier Approach for Estimating Determinants of Inefficiency in U.S. Dairy Farms. Journal of Business et Economic Statistics, (1991) 9 (3), 279–286.

[16] D.-J. AIGNER, C.-A.-K LOVELL, P. SCHMIDT. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. Journal of econometrics, (1976) vol. 6, p. 21-38.

[17] A. CHARNES, W. W. COOPER, E. RHODES. Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research, 2 (6) (1978), 429-444.

[18] K. KALIRAJAN, "The importance of efficient use in the adoption of technology: A micro panel data analysis." Journal of Productivity Analysis (1991), 2: 113–126.

[19] C.J. HUANG, et J. T. LIU, Estimation of a non-neutral stochastic frontier production function. Journal of Productivity Analysis. (1994) 2, 171-80.

[20] G. BATTESE, et T. COELLI, A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. Empirical Economics, (1995), 325–332.

[21] S. RAY, "Data envelopment analysis, nondiscretionary inputs and efficiency: an alternative interpretation." Socio-Economics. Plann. Sci. (1988), 22, p167-176.

[22] G. E. BATTESE, S. J. MALIK et M.A. GILL, An investigation of technical inefficiencies of production of wheat farmers in fours districts of Pakistan', Journal of Agricultural Economics, (47) (1996), 37-49.

[23] T. COELLI, P. RAO, G. BATTESE, An introduction to efficiency and productivity analysis. Massachusetts, Kluwer Academic Publishers, (1998), 275 p.
[24] L. R. CHRISTENSEN, D. W. JORGENSON, L. J. LAU "Conjugate duality and the transcendental logarithmic function". Econometrica, (1971), 39 (4).
[25] Fawaz A. Adéchinan Aminou, PhD (2018), Efficacité Technique des Petits Producteurs du Maïs au Bénin, 26 p.
[26] K. H. KOIRALA, A. K. MISHRA, et S. MOHANTY, Determinants of Rice Productivity and Technical Efficiency in the Philippines. In Southern Agricultural Economics Association (SAEA) Annual Meeting (2013), 1–16.
[27] R. MOHAMMED, et S. SAGHAIAN, Technical Efficiency Estimation of Rice Production in South Korea. In Southern Agricultural Economics Association (SAEA) Annual Meeting (2014), 1-16.
[28] S. BASTAIN et A. FROMAGEOT, Le maraichage: révélateur dynamique des campagnes sahélo-soudaniennes (2007), 19p.
[29] S. M. TOLEBA, G. BIAOU, A. ZANNOU et A. SAÏDOU, Évaluation du niveau d'efficacité Technique Des Systèmes De Production A Base De Maïs Au Bénin. European Scientific Journal, (2016), 12 (27), 276–299. http://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n27p276.
[30] C. FONTAN, Production et efficience technique des riziculteurs de Guinée. Économie rurale (6), (2008), 19-35.
[31] M. M. CHOUKOU, A. ZANNOU, G. BIAOU, B. AHOHUENDO, Analyse de l'efficience technique des producteurs de maïs dans les oasis du Kanem au Tchad, (2017), 11p.
[32] T. COELLI, E. FLEMING, Diversification economies and specialisation efficiencies in a mixed food and coffee smallholder farming system in Papua New Guinea. Agricultural Economics, (2004), vol. 31, p. 229-239.
[33] S. M. HELFAND et E. S. LEVINE: la taille de l'exploitation et les déterminants de l'efficacité productive dans le centre ouest brésilien. Economie agricole (2004), 31 (2-3): 241-249.
[34] A. COULIBALY, K. SAWADOGO, L. DIAKITE: Les Déterminants De L'efficience Technique Des Riziculteurs De L'office Du Niger Au Mali, (2017), 89-99.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 800-805
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Qualification nutritionnelle des pains produits dans la ville d'Abidjan

[Nutritional qualification of breads produced in the communes from Abidjan]

N'Guessan Yao Firmin[1], Brou Konan Roger[1], Oulai Tokpa Louya[1], and Assemand Emma Fernande[2]

[1]UFR - Ingénierie Agronomique Forestière et Environnementale, Université de Man, BP 20 Man, Côte d'Ivoire

[2]Laboratory of Food Biochemistry and Tropical Products Technology, Nangui Abrogoua University, Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Bread may be made entirely with wheat or may contain other ingredients. A survey was therefore conducted in the ten municipalities to identify the type of bread provided in bakeries. This survey was followed by the analysis of nutritional quality. It appears that: four types of bread, namely bread made from 100% wheat flour and three other composite breads made respectively from 15% corn flour, also 15% bran flour and 20% flour of soy. The bakeries all produce 100% wheat bread. Only 30% of bakeries in Cocody offer 100% wheat bread, corn bread, bra n bread and soy bread. The water content therefore varies from 33.08% for soy bread to 37.22% for corn bread, whereas it is 32. 36% for 100% wheat bread. Corn and bran breads contain 62.78% and 63.58% dry matter respectively. it is soy bread that contains more protein with 6.13% followed by corn bread with 5.52%. As for the fiber levels, they vary from 7.39 (soya bread) to 14.31% (100% wheat bread). The carbohydrate content of soy bread is 48.56%. The energy values range from 293.64 kcal (soya) to 241.50 kcal (bran). The nutrient content in soy bread approaches that of standard bread. Its consumption can therefore be promoted.

KEYWORDS: Bread, nutritional quality, Abidjan.

RESUME: Le pain peut être Fait entièrement avec du blé ou renfermé d'autres ingrédients. Une enquête a donc été conduite dans les dix communes afin de recenser le type de pain fourni dans les boulangeries. Cette enquête a été suivie de l'analyse de la qualité nutritionnelle. Il ressort que : quatre types de pains à savoir le pain fait à base de la farine 100 % blé et trois autres pains composites faits respectivement de 15 % la farine de maïs, aussi 15 % de la farine de son et 20 % de la farine de soja. Les boulangeries produisent toutes des pains 100 % blé. Seules 30 % des boulangeries de Cocody présentent à la fois du pain 100 % blé, du pain au maïs, au son et du pain au soja. La teneur en eau varie donc de 33,08 % pour le pain au soja à 37,22 % pour le pain au maïs alors qu'elle est de 32,36% pour le pain 100 % blé. Les pains au maïs et au son contiennent respectivement 62,78 % et 63,58 % de matière sèche. C'est le pain au soja qui contient plus de protéines avec 6,13 % suivi du pain au maïs avec 5,52 %. Quant aux taux de fibres, ils varient de 7,39 (pain au soja) à 14, 31 % (pain 1 00% blé). Le taux de glucide du pain au soja est de 48,56 %. Les valeurs énergétiques sont comprises entre 293,64 kcal (soja) à 241,50 kcal (son). La teneur en nutriments dans le pain au soja se rapproche de celle du pain standard. Sa consommation peut donc être promue.

MOTS-CLEFS: Pain, qualité nutritionnelle, Abidjan.

1. INTRODUCTION

Food security remains one of the major problems in many developing countries. Nowadays, cereals are the most important food crops in the world. In sub-Saharan Africa, particularly in Côte d'Ivoire, certain cereals such as rice, millet and maize are intensively cultivated for food self-sufficiency [1]. However, wheat that is not grown in sub-Saharan Africa is highly prized and

is the subject of massive imports. Indeed, the products derived from this cereal, are widely consumed especially bread. According to [2], bread has become the second staple food after rice. This is the reason why it serves as a transit medium for food in macro and micronutrients essential but rare in some countries [3]. Bread is a food obtained by baking a kneaded, shaped and fermented dough, consisting mainly of wheat flour, water, salt and a fermentation agent which is either yeast or sourdough [4]. Basically, bread is an energy food since it contains an average of 50% starch [5]. It is high in fiber, almost devoid of simple sugars and low in fat [6]. WHO recommends 2/3 to 3/4 of a baguette to women and 3/4 to a 1 baguette of bread to men [7] But if we want to prevent obesity, diabetes and maintain health, these amounts must be reduced.

Although bread is rather perceived as a healthy food, its nutritional benefits remain unknown [8]. This lack of knowledge gives way to many health issues due to the quality of the product. It is therefore essential to highlight all the criteria of nutritional quality of bread [9]. Moreover, with the change in eating patterns, its future is far from assured, especially if its genesis and consumption do not meet the criteria of a sustainable and preventive diet [10]. Bread must meet a number of criteria of appearance, taste, texture and compositions controllable and governed by rules published and adopted by States and consumers. This would reduce the prevalence of diseases that can be carried by this food. This is the case of reducing the level of salt incorporated into bread in order to reduce the prevalence of hypertension, obesity etc. [11].

However, the import of wheat is a serious shortfall for the Ivorian economy. In order to contribute to improving the diet of Ivorian populations through the promotion and popularization of local crops, new incorporations in the field of bread making are possible for certain local products such as maize and soybeans as a promising alternative. For example, composite breads contain 15% of corn flour and bran flour and 20% of soybean flour combined with wheat flour.

The general objective of this study is therefore to assess the nutritional quality of breads produced in certain bakeries in the communes of Abidjan. More specifically, it will be a question of conducting a production survey, of determining some biochemical parameters breads sold in these bakeries and finally to compare the breads studied according to their biochemical compositions.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

2.1. PLANT MATERIAL

The material consists of 100% wheat bread and composite breads (15% corn and wheat bran and 20% soybeans.

2.2. METHODS

2.2.1. STUDY MEDIA

The survey on the nutritional quality of breads was carried out in bakeries in 10 communes of Abidjan: Abobo, Adjamé, Yopougo n, Plateau, Cocody, Attécoubé, Treichville, Marcory, Koumass and Port-Bouet. The autonomous district of Abidjan is home to almost all of the country's industrial activities. As such, it represents the Ivorian economic lung. It includes all social strata within it. The investigation is carried out on twenty people

2.2.2. MEDIUM USED

The medium used is a survey sheet developed taking into account the objectives of this.

The technique used is the simple stratified random plane. Indeed, this plan consists of dividing the study population into groups called strata, and then selecting independent samples within each stratum. The selection of bakeries is made at random. This technique made it possible to collect information on different types of breads produced in Abidjan. The survey covered 30 bakeries in 10 communes of Abidjan including three per commune. Thirty loaves of bread were sampled at the end of the survey in the 10 municipalities. They were purchased for the same day and were transported to the laboratory. These breads of different types were crushed using a blender before carrying out the tests (moulinex type IM 2201).

2.2.3. BIOCHEMICAL ANALYSES

Dry matters were determined by drying in an over at 105°C during 24H to constant weight [12]. Total ash was determined by incinerating in a furnace at 550°C [13]. Crude protein was calculated from nitrogen (N x 6.25) obtained using the Kjeldahl method by [14]. Crude fat was determined by continuous extraction in a Soxhlet apparatus for 8H using hexane as solvent [15].

The total carbohydrate is determined from the difference in the total materials of the other biochemical compounds according to the method [16].

The crude fiber contents were determined according to the method [17]. The energy value was determined with the coefficients of [18]. The millet seed process was used to measure the volume of bread. This consisted in determining the volume of the bread using its weight and the density of millet seeds.

2.2.4. STATISTICAL ANALYSES

The results obtained were the subject of analysis of variance (ANOVA) with the STATISTICA 7.1 software. In case of significant difference between the parameters studied, the homogeneity test was done according to the Duncan test. The significance level is $\alpha = 0.05$.

3. RESULTS

3.1. RESULTS OF THE SURVEY IN SOME BAKERIES IN ABIDJAN

In the municipalities of Adjamé, Yopougon, Abobo, Port-Bouet, Koumassi and Attécoubé, bakeries do not produce bread with wheat bran, corn and soy at the same time. They all produce 100% wheat breads. In the commune of Treichville and the plateau, 30% of bakeries produce corn bread and 100% wheat bread. In Marcory, 30% of bakeries produce wheat bran bread and 100% wheat bread. However, in Cocody 30% of bakeries in Cocody produce both wheat bran bread, soy corn and 100% wheat bread (Table 1).

Table 1. Percentage of bakeries for different municipalities

Types of breads / Common	Sound (%)	Maize (%)	Soybeans (%)	100% Wheat (%)
Adjamé	0	0	0	100
Treichville	0	30	0	100
Plateau	0	30	0	100
Cocody	30	30	30	100
Marcory	30	0	0	100
Yopougon	0	0	0	100
Abobo	0	0	0	100
Port-Bouet	0	0	0	100
Koumassi	0	0	0	100
Attécoubé	0	0	0	100

3.2. MEASUREMENTS OF THE VOLUMES OF THE DIFFERENT LOAVES

All breads namely bran bread, corn bread have the same volume as 100% wheat bread which is 1056.33 cm3, except soy bread which has a lower volume (704.22 cm3). The different measurement of the calculated volumes are listed in the following Table 2:

Table 2. Measurements of the volumes of the different breads

Type of breads	Volume of bread measured cm3
Wheat Bran	1056,33=4605b
Maize	1056,33=52,24b
Soybeans	704,22=36,13a
100% Wheat (%)	1056,33=49,29b

In columns, numbers with the same letter do not differ significantly (test by Duncan, p = 0.05) n=3.

3.3. NUTRITIONAL COMPOSITION OF DIFFERENT BREADS

The results of the comparison of the nutritional composition of the different breads are presented in (Table 3). This table shows the water, dry matter, ash, fat, protein, fiber, carbohydrate and the energy value content of the different breads in the municipalities of Abidjan. The statistical tests carried out indicate a significant difference in the water, dry matter, ash, fat, protein, fiber and carbohydrate content of the four different breads (P <.0,05). The moisture content is 36.42± 1.18% for bran bread and 37.22± 1.35% for corn bread, 32.36± 0.60% for 100% wheat bread and 33.08± 0.81% for soy bread. The water contents in bran and corn bread did not differ between them but differed significantly in 100 % wheat and soy breads. The dry matter rate are 67.6 4 ± 4.13% for 100% wheat bread, 62.78± 5.43% for corn bread, 63.58± 4.8% for wheat bran bread and 66.92± 6.47% for soy bread. The protein rates are 4.43 ± 0.44% for 100% wheat bread and 4.47± 0.22% for bran bread; 5.52 ± 0.31% for corn bread and 6.13± 0.47% for soy bread. The protein content in 100% wheat bread does not differ significantly fr om that of bran bread. However, these two contents are statically different from that of corn and soy bread. As for the fiber levels, the amount contained in corn bread and that contained in bran bread are identical but differ significantly from those contained in bread 100 % wheat and soy bread. The average fiber content value is 14.31 ± 0.25% for 100% wheat bread, 8.32 ± 0.27% for corn bread, 8.38± 0.31% for bran bread and 7.39 ± 0.51 for soy. The ash levels differ significantly for the 4 different breads. The average ash value is 1.44 ± 0.00% for 100% wheat bread, 2.12 ±0.03% for corn bread, 1.92± 0.03% for bran bread and 1.75± 0.06% of soy bread. Fat and carbohydrate levels also differ significantly. The average fat value is 4.53 ± 0.40% for 100% wheat bread, 3.69 ± 0.25% for corn bread, 0.82 ± 0.08% for bran bread, and 8.32± 0.33% for soy bread. The average carbohydrate value is 55.74 ± 0.88% in all wheat bread, 51.77 ± 0.77% in corn bread, 54.06± 1.18% in bran bread and 48.56± 0.50% in soy bread. The energy values are also between 293.64 kcal to 241.50 kcal. The results of biochemical analyses show that soy breads, have a high energy content (greater than 100 kcal / 100 g of bread).

Table 3. Variation in biochemical analysis of 100% wheat breads and composite breads (corn, bran and soybeans)

Measured Variable	100% Wheat Breads	Corn Breads	Breads To The Sound	Soy Breads
TE (%)	32,36 ± 0,60b	37,22 ± 1,35a	36,42 ± 1,18a	33,08 ± 0,81b
Dry matter (%)	67,64 ± 4,13b	62,78 ± 5,43a	63,58 ± 4,48a	66,92 ± 6,47b
Fat (%)	4,53 ± 0,40b	3,69 ± 0,25c	0,82 ± 0,08d	8,32 ± 0,33a
Ash (%)	1,44 ± 0,00d	2,12 ± 0,03a	1,92 ±0,03b	1,75 ± 0,06c
Protein (%)	4,43 ± 0,44b	5,52 ± 0,31a	4,47 ± 0,22b	6,13 ± 0,47a
Fiber (%)	8,32 ± 0,28a a	8,32 ± 0,27b c	14,31 ± 0,31b b	7,39 ± 0,51c d
Carbohydrate (%)	55,74 ± 0,88	51,77 ± 0,77	54,06 ± 1,18	48,56 ± 0,50
Energy Value (Kcal/100g)	281,45 ± 32,08b	262,61± 33,42c	241,50 ± 30,80d	293,64±34,77a

4. DISCUSSION

The results of the survey showed that in the communes of Adjamé, Yopougon, Abobo, Port-Bouet, Koumassi and Attécoubé, bakeries do not produce bran, corn and soy bread at the same time. They produce 100% wheat bread. This can be explained by the fact that people do not like these types of breads. In addition, some bakers claimed that the customer base for these compound breads was very limited. Still others mentioned the quality aspect of bread. According to them, bread made from 100% wheat is highly appreciated by consumers, rather than breads made from corn, soy and bran, because of the organoleptic and even nutritional characteristics. Indeed, wheat bread would be very nutritious and very soft on the palate unlike other breads. This hypothesis is supported by that of [19]. Some employees mentioned the fact that most bakers are French, Egyptian and Lebanese preferring the use of wheat over local products. They would like to sell their product (wheat flour) to the detriment of our local products (cassava flour, corn, soy etc.). In addition, the cost of these compound breads generally not being the same and most often high could be the cause of their disappearance on the market. In other municipalities such as Treichville and Plateau, in addition to 100% wheat bread, 30% of bakeries produce corn bread while in Marcory 30% of bakeries produce bran bread. However, in the commune of Cocody, 30% of bakeries produce both bran, corn and soy bread. The people of this commune like to consume corn, bran and soy bread in addition to 100% wheat bread. Thus, the chefs of these bakeries allow the production of these types of breads in order to increase their clientele. This practice is approved by the survey report conducted by [20]. In terms of the morphology of the loaves studied, it should be remembered that all the loaves were purchased in different places. All breads namely bran bread, corn bread have the same volume as 100% wheat bread which is 1056.33 cm3, except soy bread which has a lower volume (704.22 cm3). This difference in volume can be explained by the fact that there are protein activities of gluten. Indeed, wheat flour contains a large amount of gluten unlike other baking flours. In

addition, the identical volume of corn and bran breads can be explained by the amount of wheat flour incorporated. For example, in our survey, bakers incorporated 15% for bran and corn breads against 20% for soy bean flour. The differences in volumes can also be explained by quantity baker's yeast us ed for each type of bread. In fat, yeast makes it possible to inflate the bread by producing carbon dioxide inside the dough. This gas in trying to get out swells the bread and gives it a good volume. During this study we evaluated the nutritional value of corn bread, bran bread and soy bread and that of control bread namely 100% wheat bread. The lowest protein content is given by bran bread (4.47%) followed by corn bread with 5.52% protein and soy bread which has the highest value (6.13%). These three types of bread all have a higher protein rate higher than that of 100% wheat bread and the values found by [21] (3.2% of bran bread, 4.01% of corn and 5.1% of soy bread). This could be explained by the fact that the varieties of corn and soy used are significant sour ces of protein, the breads having undergone the same treatments.

The highest dry matter content is obtained with the soy bread (66.92%) which is significantly identical ($p > 0.05$) to that of bread control bread (67.64%). The bran and corn breads contain less dry matter compared to the other two breads namely 63.68% and 62.78% respectively. Conversely, the first two breads mentioned contain less water compared to the other two breads. This is explained by the type of starch that each bread contains. Indeed, the type of starch, depending on its amylose and / or amylopectin composition, can influence the water content of the flour and therefore the bread that comes from it. These moistures are between 32.36% for 100% wheat bread and 37.22% for corn bread, therefore less than 48%, the threshold for having a good bread [22]. Indeed, the water content is a very important parameter for the preservation of breads. Too high a water content in bread promotes the development of microorganisms and negatively influences its preservation. The fat content of soy bread (8.32%) is almost double that of wheat bread which is 4.53%. This significant difference can be explained by the fact that soy is a protein crop, therefore a real source of fat. This content attests to that found by [23] in soy bread (8.52%). Corn bread and wheat bran bread have 3.69% and 0.82% fat respectively. The low-fat level in corn-based bread is because corn is a grain. Regarding bran bread, the low oil content can be justified by the fact that bran is a material generally devoid of lipid. The carbohydrate contents of corn bread and wheat bran bread are respectively 51.77% and 54.06% then are close to that of the control bread which is 100% wheat bread. The lowest carbohydrate content is provided by soy bread namely 48.56%. This difference in carbohydrate levels could be due to the higher starch content in wheat, corn and wheat bran than in soy. The ash content of breads varies from 1.75% (soy bread) to 2.12% (corn bread) and are all higher than the content of wheat bread (1.44). These levels are close to those obtained by [24] which is 1.67%. However, they are significantly lower than the values reported by [25] which are 2.2% for soy bread and 3.2% (corn bread). The fiber levels of the breads analyzed are between 7.39% to 14.31%. The highest value is obtained with bread followed by 100% wheat bread (9.31%) and corn bread (8.32%). Soy bread has the lowest fiber content.

The carbohydrate contents of the 100% bread obtained are relatively identical to those obtained by [26]; Ahmed et al, (2010) who are (55.5%). The energy values are also between 293.64 kcal to 241.50 kcal. The results of biochemical analyzes show that so y breads, have a high energy content (greater than 100 kcal / 100 g of bread). These breads can be recommended for the diet of the sick people

5. CONCLUSION

The main objective of this study was to assess the nutritional quality of breads produced in some bakeries in the communes of Abidjan. It appears that most of the breads produced in the city of Abidjan are made from wheat flour with interesting nutritional and technological peculiarities. Comparison of biochemical analyses of corn, wheat bran and soy breads with 100% wheat bread revealed that these four types of breads are similar. Soy breads are identical to all wheat breads with respect to protein and dry matter content. However, soy bread which is high in energy value, carbohydrate, protein and low in ash, has more nutritional benefits compared to others that are not to be eliminated. Thus, it is recommended to incorporate wheat flour with those of local cereals and oilseeds in Bread making.

REFERENCES

[1] FAO. Agricultural database result. http//www.Faog, (2012).
[2] Akindes F. Priority surveys on the social dimensions of structural adjustment (Ep Dsa) carried out by (Institut National de Statistique 24, (5): 465-588, (1996).
[3] Meite and Druckman, Chemical composition, functional and baking Properties of wheat-plantain composite flours. African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development (7): 1-22p. (2008).
[4] Pomerannz Y. Molecular approach to breadmaking. An update and new prospects. The baker's Digest, 86 p. (1983).
[5] Cabrol C. Bread and nutrition. Bread-Bread Observatory. 83p. (2006).
[6] Cabrol C. Bread and nutrition. Bread-Bread Observatory. 83p.. (2006).
[7] Bourre J.-M., Bégat A., Leroux M.-C., Mousques-Cami V., Pérardel N. and Souply F. Nutritional value (macro and micronutrients) of French flours and breads. Volume 44 (2) o: 49-76 (2008).
[8] Masy Laïtard 1. Le pain: aspects biochimiques et nutritionnels. Thèse: Pharmacie: Lille, - 123 p. EDUCI J. sci. pharm. biol., 9 (1): pp. 107-128. (1989).
[9] Bourre et al., Nutritional value (macro and micronutrients) of French flours and breads. Volume 44 (2) o: 49-76 (2008).
[10] Dubuisson J.-Y. et al. / C. R. Biologies 332 120–128, (2009).
[11] WHO, The use of Generalised Procustes techniques in sensory analysis, in Statistical procedures in food research, Pigott.
[12] JR, Elsevier, Londres,223235p2014).
[13] AOAC, 1990).
[14] AOAC, Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists International 17th Ed. Published by the Association of Official Analytical Chemists International, Suite 400 2200 Wilson Boulevard, Arlington, Virginia 22201-3301, USA. (2000).
[15] AOAC, Official method of analysis of the Association of official Analytical Chemist, 5th ad. AOAC Press, Arlington, Virginia, USA, (2005).
[16] AOAC, Official method of analysis of the Association of official Analytical Chemist, 5th ad. AOAC Press, Arlington, Virginia, USA (2005).
[17] AFNOR, Collection of French standards, fats, oilseeds, derived products. AFNOR Ed, Paris, 521 p. 1986).
[18] AOAC, Official method of analysis of the Association of official Analytical Chemist, 5th ad. AOAC Press, Arlington, Virginia, USA (2005).
[19] AOAC, Official method of analysis of the Association of official Analytical Chemist, 5th ad. AOAC Press, Arlington, Virginia, USA (2005).
[20] Atwater W. and Rosa E. A new respiratory calorimeter and the conservation of energy in human body. II- physical.
[21] Review 9: 214-25, (1899).
[22] Borgies B, Survey on the role and place of bread in the dietary balance of students from the Lille metropolis. Medicine and Nutrition, 37 (2): 71-80., (2001).
[23] CNIB, Yeast. Collection Sciences et Techniques Agroalimentaire. Lavoisier: 437 (2): 222-233. (1999).
[24] Chin-Ling et al., (2004) Chin-Ling H, Hurang S, Chen W, Weng Y and Tseng C, Qualities and antioxidant properties of bread as affected by the incorporation of yam flour in the formulation. International Journal of Food Science and Technology 39: 231–238. (2004).
[25] Dubois M. Quality control. In: «La panification française». Paris: Lavoisier.508-22. (1994).
[26] Ukpabi U. J, Farmstead bread making potential of lesser yam (Dioscorea esculenta) flour in Nigeria Australian Journal of crop science 4 (2): 68-73 (2010).
[27] Soro et al, Formulation of infantil foods based on soy-enriched yam flour African journal of food agriculture nutrition and development 5 (13): 20-23, (2013).
[28] Ukpabi et al, Farmstead bread making potential of lesser yam (Dioscorea esculenta) flour in Nigeria Australian.
[29] Journal of crop science 4 (2): 68-73, (2010).
[30] Van Hal, M.V. Quality of sweet potato flour during processing and storage. Journal of Food Reviews International, (16) 137, (2000).

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 806-812
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Effet de la fertilisation et du mode de semis sur les performances agronomiques d'une variété de cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) cultivée dans la région du BERE au Nord-Ouest de la Cote d'Ivoire

[Effect of fertilization and sowing method on the agronomic performance of a cotton variety (Gossypium hirsutum L.) grown in the BERE region of northwestern Côte d'Ivoire]

N'guessan N'guessan Alain, Kouassi N'dri Jacob, Kouame N'guessan, and Kouadio Yatty Justin

Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon GUEDE (UJLoG), BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The objective of the present study is to optimize seed cotton production by using ox dung in the BERE region of northwestern Côte d'Ivoire. The effect of ox dung was tested at a dose of 3000 kg/ha against 200 kg/ha of a mineral NPK fertilizer on cotton production. Two seeding methods regularly used by farmers were used in this study: flat seeding and seeding on ridges. The spacing of 80 cm x 30 cm with 2 plants per stake corresponding to the density of 83500 plants/ha were adopted. The experimental set-up consisted of completely randomized blocks with three replications. Observations were made on six agronomic parameters. Oxen dung increased the mass and yield of seed cotton by 19% compared to NPK, increasing their respective values from 3253.72 kg/ha for NPK and 3879.64 kg/ha for oxen dung. However, it induced low vegetative parameters of the cotton plants. The yield obtained with ridge seeding was higher than with flat seeding. The dung can therefore replace NPK fertilizer under the same growing conditions.

KEYWORDS: Cotton plants, fertilization, yield, sowing method, cow dung.

RESUME: La présente étude a pour objectif d'optimiser la production de coton graine par l'utilisation de la bouse de bœufs dans la région du BERE au Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire. L'effet de la bouse de bœufs a été testé à la dose de 3000 kg/ha contre 200 kg/ha d'un engrais minéral NPK sur la production des cotonniers. Deux modes de semis régulièrement pratiqués par les paysans ont servi à la réalisation de cette étude à savoir: le semis à plat et le semis sur billons. Les écartements de 80 cm x 30 cm avec 2 plants par poquet correspondant à la densité de 83500 plants/ha ont été adoptés. Le dispositif expérimental est constitué de blocs aléatoires complètements randomisés à trois répétitions. Les observations ont porté sur six paramètres agronomiques. La bouse de bœufs a augmenté la masse et le rendement de coton graine de 19% par rapport au NPK, faisant passer ainsi leurs valeurs respectives de 3253,72 kg/ha pour le NPK et à 3879,64 kg/ha pour la bourse de bœufs. Cependant, elle a induit de faibles paramètres végétatifs des cotonniers. Le rendement obtenu avec le semis sur billons est plus élevé que sur semis à plat. La bouse peut donc remplacer l'engrais NPK dans les mêmes conditions de culture.

MOTS-CLEFS: Cotonniers, fertilisation, rendement, mode de semis, bouse de bœufs.

Corresponding Author: N'guessan N'guessan Alain

1 INTRODUCTION

Le cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) est l'une des principales cultures de rente des populations du Nord ivoirien. La production ivoirienne de coton graine connait de plus en plus des augmentations. Malgré cette augmentation, les rendements coton graine obtenus dans les unités agraires, restent encore faibles par rapport aux rendements potentiels des cotonniers. Certains auteurs estiment que les faibles rendements des cultures observés dans les unités agraires sont dus au non respects des bonnes pratiques culturales par les producteurs [1] et [2]. D'autres par contre jugent ce fait par une mauvaise gestion de la fertilité des sols basée essentiellement sur l'utilisation de l'engrais minérale [3] et [4]. A ces problèmes, s'ajoute aussi, la réduction des sols arables qui entraine la mise en culture prolongée des parcelles et l'utilisation répétée des engrais minéraux. Pourtant, ce mode d'exploitation conduit les sols à la dégradation marquée par l'épuisement des éléments minéraux, l'acidification des sols et la réduction de l'activité microbienne [5] et [6]. De ce fait, l'utilisation des engrais organiques d'origine végétale ou animale dans les systèmes agraires cotonniers constitue de grands enjeux pour pouvoir restaurer et exploiter durablement les sols. En effet, des expériences ont montré que l'utilisation de la fumure organique dans ces systèmes agraires permet de compenser les pertes du carbone organique qui est très utile à la photosynthèse [7]. Il a été également prouvé que la fumure organique augmente les teneurs en phosphore et en potassium [8] et améliore les propriétés physiques du sol telles que les capacités de rétention en eau et en air [9]. Cependant, la fumure organique d'origine animale est la plus utilisée dans les unités agraires cotonnières. Elle provient le plus souvent de la déjection solide des bœufs de culture ou de parcage sous diverses formes (fumier d'étable, fumier de force ou parc d'hivernage …). Des études réalisées sur la bouse de bœufs ont révélé une augmentation des performances agro-morphologies du cotonnier par rapport à l'engrais minéral [10] et [11] grâce à sa capacité à fournir de façon rationnelle les éléments nutritifs. Les effets positifs de la bouse de bœufs ont été également prouvés sur d'autres cultures telles que l'ananas au Bénin [12] et la morelle noire au Cameroun [13]. Cependant, les pratiques culturales garantissant une meilleure utilisation de la bouse de bœufs dans les systèmes agraires cotonniers sont peu abordées. Pourtant, les rendements obtenus dans les mêmes unités agraires varient aussi en fonction des pratiques culturales appliquées [1] et [14]. Pour pallier à cette situation, il convient de mettre en place des procédés simples qui assurent une meilleure utilisation de la bouse de bœufs. Cette étude vise à valoriser l'utilisation de la bouse de bœufs par rapport au NPK dans les unités agraires de coton dans la région du BERE dont les agriculteurs sont en majorité éleveur. Le mode de semis qui garantit le meilleur rendement sera déterminé à partir des deux modes pratiqués dans la région d'étude.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 SITE D'ÉTUDE

L'expérimentation a lieu dans la Sous-Préfecture de Tiéningboué, département de Mankono et dans la région du BERE au Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire entre le 8,120° Nord et 5,760° Ouest pendant trois ans (2019, 2020 et 2021). Le sol est du type Ferrisol, meuble et présente une texture argilo-sableux avec un pH acide de 5,84. Les principales caractéristiques physico-chimiques de ce sol sont 0,18% d'azote, 0,005% de phosphore, 0,036% de potassium, 0,55% de matière organique et 0,32% de carbone organique. Les pluviométries annuelles enregistrées sur la période d'étude sont respectivement 822 mm, 942 mm et 1124 mm. La végétation est la savane herbeuse avec une dominance de poacées. La zone est sous l'influence de deux saisons. L'une sèche qui s'étend de Novembre à fin Février, est caractérisée par des vents secs et chauds qui soufflent du Nord vers le Sud. L'autre dite saison des pluies part de Mars à Octobre.

2.2 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Les graines de coton d'une variété améliorée de la 3ème génération ont été utilisées comme matériel végétal. Il s'agit du *Gouassou fus/R3* à cycle compris entre 130 et 150 jours du cultivar *Gossypium hirsutum.* Il a été sélectionné par le Centre National de Recherches Agronomiques (CNRA) de Côte d'Ivoire et vulgarisé par la Compagnie Ivoirienne pour le Développement des Textiles (CIDT).

2.3 FERTILISANTS

Les principaux fertilisants utilisés dans cette étude sont constitués d'un engrais minéral (NPK) selon la formulation (15.15.15) et d'un engrais organique (bouse de bœufs). La composition chimique la bouse de bœufs utilisée est N = 1,56 %; P = 0,14 % et K = 0,54 % avec 12,26 % de carbone organique et 21,24 % de matière organique. Elle présente un pH basique de 8,65.

2.4 MISE EN PLACE DU DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le dispositif expérimental utilisé est celui des blocs complètement randomisés à 3 répétitions. La parcelle a été délimitée sur une superficie de 1 hectare comportant 3 blocs. Chaque bloc a une superficie de 3200 m² (32 m x 100 m). Au sein de chaque bloc, 12 parcelles élémentaires ont été délimitées avec comme superficie 224 m² (soit 32 m x 7 m). La distance entre deux blocs consécutifs est de 5 m et celle des parcelles à l'intérieur d'un bloc est de 2m. Au sein de chaque bloc, 6 parcelles élémentaires ont été traitées à la bouse de bœufs et 6 autres ont été traités au NPK. Les 2 modes de semis régulièrement pratiqués par les producteurs ont été utilisés dans chaque bloc (semis à plat et semis sur billons). Le traitement des parcelles élémentaires avec la bouse de bœufs a été effectué un mois avant le semis alors que le NPK a été apporté 21 jours après semis. La densité de semis choisie est de 1868 plants / parcelle élémentaire avec écartements 80 cm X 30 cm et 2 plants/ poquet soit 83500 plants / ha. La bouse de bœufs et le NPK ont été utilisés aux doses respectives de 3000 kg/ha et 200 kg/ha. En effet, [1] a proposé 3000 à 4000 Kg/ha de fumure organique par an. Quant à l'engrais NPK, la dose correspond à celle recommandée par la société cotonnière (CIDT) de la zone d'étude. Les semis ont été effectués entre le 11 et le 20 juin (2ème décade) à la grande saison des pluies de chaque année. Un entretien régulier a été effectué pour éviter un envahissement des plantes d'intérêts.

2.5 COLLECTE DES DONNÉES

La collecte des données a commencé au début de l'ouverture des capsules soit 110 jours après semis. Les données sont récoltées sur 200 plants choisis au hasard dans chaque parcelle élémentaire. Ainsi, les branches végétatives, les branches fructifères et les capsules matures ont été dénombrées sur chacune des plantes choisies. La longueur de la tige principale de ces plantes a été mesurée. Après l'ouverture de toutes les capsules (140 jours après semis), le coton graine de chaque plante a été récolté et pesé individuellement à l'aide d'une balance électronique (SF-400). La méthode de collecte de données sur les paramètres étudiés est résumée dans le tableau I**.**

Tableau 1. Méthodes de mesures et paramètres étudiés

Paramètres agro-morphologiques	Méthodes de mesures et taille des échantillons par parcelle élémentaire (effectué sur 200 plantes)
Longueur tige: Lg Tge (cm)	Mesure de la distance comprise entre la surface du sol du bourgeon terminal
Nombre de branches végétatives: Nbre Br V	Effectif de l'ensemble des branches végétatives de chaque plante
Nombre de branches Fructifères: Nbre Br F	Effectif de l'ensemble des branches fructifères de chaque plante
Nombre de capsules: Nbre Ca	Effectif de l'ensemble des capsules matures de chaque plante
Masse coton graine: Ma cton (g)	Masse moyenne du coton graine par plante
Rendement coton graine: Rend (kg/ha)	Masse du coton graine par plante évaluée à l'hectare

2.6 ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES

L'analyse de la variance à deux facteurs (ANOVA 2) a été utilisée pour évaluer d'une part l'effet des fertilisants utilisés (NPK et bouse de bœufs) et d'autre part l'effet du mode de semis sur les paramètres agro-morphologiques du cotonnier. La signification du test a été déterminée en comparant la probabilité (P) associée à la statistique au seuil P = 0,05. Lorsqu'une différence significative a été observée (P < 0,05) entre les facteurs étudiés pour un paramètre donné, des comparaisons multiples ont été effectuées en utilisant le test de la Plus Petite Différence Significative (PPDS). Ce test a permis d'identifier les facteurs qui induisent significativement cette différence. Tous les tests statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel R.

3 RESULTATS

3.1 COMPARAISON DES DEUX TYPES DE FERTILISANTS EN FONCTION DES PARAMÈTRES AGRO-MORPHOLOGIQUES DU COTONNIER

L'analyse des données révèle qu'il existe une différence significative (*P < 0,05*) entre l'effet de la bouse de bœufs et celui du NPK sur 4 des 6 variables analysées. Il s'agit de la longueur de la tige (Lg Tge), du nombre de branches végétatives (Nber Br V), de la masse coton graine (Ma cton) et du rendement coton graine (Rend) (Tableau II). La longueur de la tige principale et le nombre de branches végétatives sont faibles sous le traitement bouse de bœufs que le traitement NPK. La masse et le rendement en graines sont plus élevés avec la bouse de bœufs. Les valeurs respectives de la masse et du rendement coton graine exprimées par les cotonniers traités à la bouse de bœufs valent 1,19 fois celui exprimé par les cotonniers traités au NPK.

Le nombre de branches fructifères (Nbre Br F) et le nombre de capsules (Nbre Ca) n'ont pas permis de différencier les deux traitements (P > 0,05).

Tableau 2. Résultats de l'effet des fertilisants sur les paramètres agronomiques du cotonnier

Variables	Moyennes (± Ecart - types)		Statistiques	
	NPK	BB	F	P
Lg Tge (cm)	135,36±16,43[a]	123,34±15,82[b]	33,35	<0,001
Nbre Br V	2,37±1,02[a]	2,09±0,97[b]	4,81	0,029
Nbre Br F	14,45±5,45[a]	13,32±4,39[a]	3,14	0,077
Nbre Ca	11,69±4,73[a]	11,69±5,15[a]	0,00	0.10
Ma cton (g)	38,96±16,65[b]	46,61±21,45[a]	9,51	0,002
Rend (kg /ha)	3253,72±1390,74[b]	3879,64±1791,80[a]	8,09	0,004

Pour chaque variable, les valeurs portant les mêmes lettres sur la ligne sont statistiquement égales. ***Lg tge****: longueur de la tige principale,* ***Nbre Br V****: nombre de branches végétatives par plant,* ***Nbre Br F****: nombre de branches fructifères par plant,* ***Nbre ca****: nombre de capsules par plant,* ***Ma cton****: masse coton graine par plant,* ***Rend:*** *rendement moyen coton graine par hectare,* ***BB:*** *bouse de bœufs.*

3.2 Comparaison Des Deux Modes De Semis En Fonction Des Paramètres Agronomiques Du Cotonnier

Les moyennes des variables agro-morphologiques ont été analysées sur chaque plante issue du semis à plat ou du semis sur billons (Tableau III). Les résultats montrent que 67 % de ces variables (soit 4 variables sur 6) sont influencés par les 2 modes de semis. Les valeurs de *P* des variables influencées sont toutes inférieures à 0,05 (P < 0,05). Il s'agit du nombre de branches végétatives (Nbre Br V), du nombre de capsules (Nbre Ca), de la masse coton graine (Ma cton) et du rendement coton graine (Rend). Pour ces variables, les valeurs les plus élevées sont obtenues avec le semis sur billons. Le nombre de branches fructifères (Nbre Br F) et la longueur de la tige principale (Lg Tge) ont donné des valeurs statistiquement identiques (P > 0,05) montrant aucune différence entre les deux modes de semis.

Tableau 3. Tableau 3: Effet du mode de semis sur les paramètres agronomiques du cotonnier

Variables	Moyennes (± Ecart - types)		Statistiques	
	BILLON	A PLAT	F	P
Lg Tge (cm)	130,22±17,85[a]	126,75±14,83[a]	1,84	0,175
Nbre Br V	2,42±0,97[a]	1,66±0,87[b]	28,14	<0,001
Nbre Br F	14,20±5,21[a]	12,95±4,05[a]	2,89	0,090
Nbre Ca	12,08±5,04[a]	10,50±4,43[b]	4,72	0,031
Ma cton (g)	47,50±19,94[a]	28,65±8,32[b]	50,55	<0,001
Rend (kg /ha)	3966,71±1665,74[a]	2392,275±694,84[b]	98,58	<0,001

Pour chaque variable, les valeurs portant les mêmes lettres sur la ligne sont statistiquement égales. ***Lg tge****: longueur de la tige principale,* ***Nbre Br V****: nombre de branches végétatives par plant,* ***Nbre Br F****: nombre de branches fructifères par plant,* ***Nbre ca****: nombre de capsules par plant,* ***Ma cton****: masse coton graine par plant,* ***Rend:*** *rendement moyen coton graine par hectare.*

3.3 Effet De L'interaction Mode De Semis - Fertilisation Sur Les Paramètres Agro-Morphologiques Du Cotonnier

L'effet conjoint du mode de semis et de la fertilisation a été analysé sur 6 variables (Tableau IV). Le nombre de capsules par plant (Nbre Ca), la masse par plant (Ma cton) et le rendement moyen (Rend) (soit 50 % des variables) ont montré une différence significative entre les interactions. Les résultats du tableau ont montré que les valeurs les plus élevées de ces variables ont été obtenues avec la bouse de bœufs traitée sur billon. Par contre, les paramètres végétatifs n'ont pas permis de distinguer les facteurs étudiés donnant ainsi des valeurs de P (P > 0,05).

Tableau 4. ***Résultats de l'effet de l'interaction fertilisation-mode de semis sur les paramètres agronomiques du cotonnier***

Variables	Moyennes (± Ecart -types)				Statistiques	
	BILLON		A PLAT			
	NPK	BB	NPK	BB	F	P
Lg Tge (cm)	135,90±17,08[a]	124,54±16,86[a]	133,76±14,46[a]	119,73±11,68[a]	0,31	0,5778
Nbre Br V	2,58±0,97[a]	2,25±0,96[a]	1,73±0,94[a]	1,60±0,81[a]	0,50	0,4797
Nbre Br F	14,66±5,64[a]	13,78±4,74[a]	13,96±4,88[a]	11,93±2,71[a]	0,66	0,4154
Nbre Ca	11,64±4,58[a]	12,53±5,45[a]	11,83±5,23[a]	9,16±3,00[b]	6,01	0,0148
Ma cton (g)	42,66±17,22[b]	52,34±21,36[a]	27,86±7,58[c]	29,43±9,05[c]	5,45	0,0182
Rend (kg /ha)	3564,24±1435,56[b]	4370,39±1779,93[a]	2326,31±474,20[c]	2457,41±566,12[c]	5,76	0,0173

Pour chaque variable, les valeurs portant les mêmes lettres sur la ligne sont statistiquement égales. ***Lg tge****: longueur de la tige principale,* ***Nbre Br V****: nombre de branches végétatives par plant,* ***Nbre Br F****: nombre de branches fructifères par plant,* ***Nbre ca****: nombre de capsules par plant,* ***Ma cton****: masse coton graine par plant,* ***Rend:*** *rendement moyen coton graine par hectare,* ***BB:*** *bouse de bœufs*

4 DISCUSSION

4.1 EFFET DE LA FERTILISATION SUR LES PARAMÈTRES AGRO-MORPHOLOGIQUES DU COTONNIER

La bouse de bœufs a donné des valeurs élevées au niveau des variables de rendement par rapport aux plants traités au NPK. En effet, les minéraux contenus dans la bouse sont libérés et mis à la disposition des cotonniers au fur et à mesure que la bouse de bœufs se minéralise. Cette minéralisation progressive assure aux cotonniers une croissance harmonieuse et augmente leur rendement. Ces résultats concordent avec ceux obtenus par d'autres auteurs qui ont affirmé que les rendements coton graine obtenus avec le compost sont plus élevés que ceux obtenus à partir de la fumure minérale [11] et [8]. De tels résultats ont été rapportés aussi par [15] et par [16]. Ces auteurs, au cours de leurs travaux réalisés sur le gombo qui appartient à la même famille que le coton ont montré que la minéralisation de la fumure organique et l'augmentation du rendement du gombo sont étroitement liées. Le rendement coton graine élevé au niveau du cotonniers traités à la bouse est aussi dû à la forte proportion d'azote contenue dans la bouse de bœufs par rapport au NPK. Il a été prouvé que l'azote est l'un des principaux précurseurs des métabolites de la plante au cours des travaux réalisés sur le maïs en Côte d'Ivoire [17]. La faible croissance en hauteur induite par la bouse de bœufs est un avantage en faveur du rendement coton graine. En effet, elle permet aux cotonniers d'accumuler l'essentielle de la sève élaborée dans les capsules. Cette action est couramment pratiquée par les producteurs qui utilisent des inhibiteurs chimiques de croissance. Par ailleurs, les actions bénéfiques de l'écimage (limitation mécanique de la croissance) des cotonniers a été rapportées par des expériences maliennes [18]. La bouse favorise l'activité biologique du sol et améliore le carbone organique du sol. Elle contribue au maintien de la stabilité de la structure par l'établissement du complexe argilo-humique. Elle augmente l'aération du sol, la capacité de rétention en eau et permet la régularisation du PH du sol tel que rapporté par [19] au cours de leurs travaux réalisés sur l'impact de la fertilisation sur les propriétés physiques et chimiques du sol. Toutes ces actions offrent des conditions favorables à l'épanouissement des cotonniers. Dans une telle condition, les plantes expriment mieux leur de productivité. Ce qui explique le rendement coton graine plus élevé par rapport au NPK. Une telle augmentation du rendement du cotonnier par la bouse a été rapportée par des études menées au Burkina Faso [2].

Les minéraux contenus dans l'engrais NPK sont brusquement disponibles pour les plantes dès son apport. Cela entraine souvent un développement brutal et désordonné des plantes. Aussi, le manque de carbone organique dans cet engrais réduit la photosynthèse des cotonniers. Par conséquent, les cotonniers consacrent la majeure partie de la substance élaborée à leur croissance qu'au remplissage des capsules. Cette situation pourrait expliquer des développements végétatifs plus élevés du traitement NPK que le traitement à la bouse de bœufs. Il a été démontré que le manque de matières organiques dans les engrais minéraux engendre la perte de nutriments, l'acidification des sols, la réduction de l'activité microbienne, l'insolubilisation du potassium qui par conséquent entrainent la baisse sensible des rendements des cultures [5].

4.2 EFFET DU MODE DE SEMIS SUR LES PARAMÈTRES AGRO-MORPHOLOGIQUES DU COTONNIER

Les performances agronomiques des cotonniers semés sur billons sont plus élevées que celles des cotonniers issus du semis à plat. En effet, les billons offrent aux cotonniers un environnement plus favorable à leur épanouissement que le semis à plat. Les billons permettent de conserver l'humidité du sol sur une longue période car ils empêchent l'érosion rapide de l'eau des

pluies de s'échapper facilement de la parcelle. Ils empêchent également l'eau de ruissellement d'emporter la couche arable et les éléments nutritifs et favorise un bon enracinement des cotonniers et empêchent leurs collets d'être en contact direct avec l'eau qui stagne après de fortes pluies. Cela réduit l'abscission des fleurs et des jeunes capsules. Nos résultats sont similaires à ceux des auteurs qui ont observé des différences de rendement entre différentes pratiques culturales (labours, billonnage, etc…) réalisées sur le cotonnier au Burkina Faso [1] et [14]. Par contre, nos résultats sont contraires à ceux obtenus en Côte d'Ivoire par [20] qui n'ont pas pu différencier le rendement graine du voandzou semé sur billons à ceux semés à sol plat.

Les semis à plat offrent des conditions pour une érosion hydrique qui entraine aussi la perte des fractions fines et de certains éléments nutritifs du sol. Il expose très vite les cotonniers au stress hydrique voire même minéral durant le cycle. Cette action engendre la chute des fleurs, des jeunes capsules et réduit le développement des branches végétatives tel qu'affirmé par [21] qui a évalué l'influence de l'éclairement sur les paramètres agronomiques du cotonnier. Les cotonniers issus du semis à plat se déracinent facilement sous le poids des capsules. De ce fait, les capsules en contact direct avec le sol pourrissent avant maturité. Ces phénomènes pourraient expliquer le nombre de capsules plus élevés pour le semis sur billons par rapport au semis réalisé à plat. Par ailleurs, la perte des éléments nutritifs par le ruissellement, entraine la réduction de la synthèse des substances carbonées. Cette situation peut avoir comme conséquences, l'avortement des graines ou des graines moins chargées en composés organiques. Dans ces conditions, à l'ouverture des capsules, les graines ne contiennent pas d'amandes ou contiennent de petites amandes réduisant ainsi le poids moyen capsulaire. Cette observation pourrait expliquer la masse par plant et le rendement moyen moins élevés sur le semis à plat par rapport au semis sur billons.

4.3 Effet De L'interaction Mode De Semis - Fertilisation Sur Les Paramètres Agro-Morphologiques Du Cotonnier

La masse par cotonnier et le rendement moyen nous ont permis de différencier les différentes interactions. L'action combinée de la bouse de bœufs et de billons a généré un rendement coton graine moyen et une masse par plant plus élevés que les autres interactions fertilisants-mode de semis. Nos résultats confirment ceux de [14] qui a obtenu des rendements coton graines variant entre les interactions compost-travail du sol. Nos résultats corroborent aussi avec ceux obtenus par [1]. Cet auteur a conclu que le rendement coton graine varie en fonction des interactions entre les fertilisants et les autres pratiques culturales adoptées par les paysans sur le sol. Les travaux [4] ont montré que la fertilité des sols qui conditionne les rendements varie en fonction des travaux opérés sur le sol.

5 Conclusion

L'effet de la bouse de bœufs et du mode de semis a été évalué sur quelques paramètres agro-morphologiques du cotonnier. Le rendement coton graine a été plus important sous les cotonniers semés sur billons avec la fertilisation de la bourse de bœufs. Le semis sur billons a donné un rendement coton graine de 1,65 fois celui du semis à plat. Les cotonniers traités à la bouse de bœufs et semés sur billons produisent 1,19 fois plus de coton graine par rapport à ceux traités au NPK issus du même mode de semis. L'utilisation de la bouse de bœufs dans la culture du cotonnier est donc bénéfique pour le producteur. Cependant, l'utilisation plus efficace de la bouse de bœufs doit donc se faire par culture sur billons pour espérer augmenter le rendement coton graine de 22,62% par rapport à l'utilisation de l'engrais minéral NPK recommandé dans la culture de coton.

Remerciements

Nos remerciements vont à l'endroit des autorités de l'Université Jean Lorougnon GUEDE de Daloa (Côte d'Ivoire) et du groupe de recherche de physiologie végétale de cette Université pour leur contribution à la réalisation de ce travail. Quant à KKK et NKV, ils ont été très présents dans le traitement des données.

REFERENCES

[1] Kaboré, Issa, Itinéraires techniques recommandés et pratiques paysannes courantes dans la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso: cas du coton et du maïs, Université Polytechnique de Bobo - Dioulasso (UPB), 127p, 2014.

[2] B. Bacyé, H. S. Kambiré and A. S. Somé, « Effets des pratiques paysannes de fertilisation sur les caractéristiques chimiques d'un sol ferrugineux tropical lessivé en zone cotonnière à l'Ouest du Burkina Faso, » Int. J. Biol. Chem. Sci, vol. 13, no. 6, pp. 2930-2941, 2019.

[3] J.U. Tshala, M. A. Kitabala, M. L. E. Kasongo and N. L. Kimuni, « Effets des composts ménagers sur les propriétés du sol et sur la productivité des cultures légumières: cas de la tomate (Lycopersicon Esculentum Mill), » Int. J. Biol. Chem. Sci., vol. 13, no. 7, pp. 3411-3428, 2019.

[4] P. K. Akanza and G. Yoro, « Effets synergiques des engrais minéraux et de la fumure de volaille dans l'amélioration de la fertilité d'un sol ferralitique de l'ouest de la Côte d'Ivoire, » Agronomie Africaine, vol. 15, no. 3, pp. 135-144, 2003.

[5] S. Deblay, Fertilisation et amendements. Educagri éditions, 2ème édition, Paris, vol. 129, 29 p, 2006.

[6] Y. Yao, B. Gao, M. Zhang, M. Inyang and A. R. Zimmerman, "Effect of biochar amendment on sorption and leaching of nitrate, ammonium, and phosphate in a sandy soil," Chemosphere, vol. 89, pp. 1467- 1471, 2012.

[7] Kokou, Kintche, Analyse et modélisation de l'évolution des indicateurs de la fertilité des sols cultivés en zone cotonnière du Togo. Sciences de la Terre. Université de Bourgogne, 192 p, 2011.

[8] B. Koulibaly, D. Dakuo, A. Ouattara, O. Traoré, F. Lompo, P. N. Zombré and K. Yao, « Effets de l'association du compost et de la fumure minérale sur la productivité d'un système de culture à base de cotonnier et de maïs au Burkina Faso, » TROPICULTURA, vol. 33, no. 2, pp. 125-134, 2015.

[9] K. L. Nyembo, S. Y. Useni, M. M. D. Chinawej, I. D. Kyabuntu, Y. Kaboza, M. M. Mpundu and L. L. Baboy, « Amélioration des propriétés physiques et chimiques du sol sous l'apport combiné des bio-déchets et des engrais minéraux et influence sur le comportement du maïs (Zea mays L.), » Journal of Applied Biosciences, vol. 74, pp. 6121– 6130, 2014.

[10] F. Ganry and L. Thuriès, L. Fonction des matières organiques apportées au sol: enjeu et contraintes en situation de sécheresse, CIRAD, 7p, 2010.

[11] G. D. Dagbenonbakin, C. D. Chougourou, A. N. R. Ahoyo, G. Fayalo, J. P. A. Djenontin and A. M. Igue, (2012). "Effets agronomiques du compost et du N14P23K14S5B1 sur la production et les caractéristiques du rendement de coton-graine au Nord Bénin," Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB), pp. sur papier, 1025 -2355 et pp. en ligne, 1840-7099, 2012.

[12] A. Kpera, C. B. Gandonou, A. A Boya, S. Gandaho and S. S. Gnancadja, « Effet de différentes doses de bouse de vache, d'urine humaine et de leur combinaison sur la croissance végétative et le poids des fruits de l'ananas (Ananas comosus (L.) Merr) au Sud Bénin, » Journal of Applied Biosciences, vol. 110, pp. 10761-10775, 2017.

[13] A. Aboubakar, Z. B. Zing, A. B. Nzeket, Y. D. A. Moussima, T. A. N. Tchudjo, M. Y. C. Mfopou and A. C. R. Birang, « Effets des amendements sur la croissance, le rendement et la composition chimique de la morelle noire (Solanum nigrum L) en zone périurbaine de Yaoundé, Cameroun, » Int. J. Biol. Chem. Sci, vol. 14, no. 6, pp. 2134-2146, 2020.

[14] F. C. Kambiré, Effet combiné du travail du sol et de la gestion de la fumure organique dans l'agrosystème cotonnier au Burkina Faso. Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur en sciences agronomiques et ingénierie biologique. Université Catholique de Louvain Faculté des Bioingénieurs, Earth and Life Institute, 192p, 2016.

[15] N'. J. Kouassi, N'. Kouamé, A. M. H. Koffi, N'. A N'guessan and K. J. Yatty, (2017). « l'influence du charbon de bois activé et de la densité de semis sur l'évolution de quelques paramètres de croissance et de développement d'une variété locale du gombo (Abelmos chuscaillei), » Int. J. Biol. Chem. Sci. Vol. 11, no. 4, pp. 1829-1839, 2017.

[16] N'. Kouamé., M. M. Beugré, N'. J. Kouassi, and K. J. Yatty, « Réponse à la fertilisation organique et minérale de deux variétés de gombo (Abelmoschus esculentus (L) moench, malvacea) à Daloa, Côte d'Ivoire, » Int. J. Adv., vol. 9, no. 6, pp. 51-60, 2021.

[17] K. J-F. Essy, (2017). Effets de la fertilisation organique et de la densité de semis sur quelques paramètres agronomiques du maïs (Zea mays): cas de la variété ev8728 cultivée dans la région du GBEKE (Cote d'Ivoire). Mémoire de master, Université Jean Lorougnon Guédé, 32p, 2017.

[18] M. Diarra, M. Havard and M. Soumaré, « La perception des avantages et des contraintes de l'écimage du cotonnier par les producteurs du Mali, » Cah. Agric, vol. 29, no. 10, pp. 1-7, 2020.

[19] N. Koull and M. T. Halilat, « Effets de la matière organique sur les propriétés physiques et chimiques des sols sableux de la région Ouargla (Algérie), » Etude et gestion des sols, vol. 23, pp. 9-19, 2016.

[20] N'. J. Kouassi and B. A. Zoro, "Effect of sowing density and seedbed type on yield andyield components in bambara groundnut (Vigna subterranea) in woodland savannas of Cote d'Ivoire," Expl Agric, vol. 46, no. 1, pp. 99–110, 2010.

[21] Dusserre, Julie, Incidence d'une réduction de l'éclairement sur les ajustements de puits, la répartition des assimilas carbonés et sur les composantes du rendement et la qualitédes fibres de coton à l'échelle de l'organe reproducteur du cotonnier (Gossypium hirsutum L.). Université de Droit, d'Economie et des Sciences d'AIX-MARSEILLE, 96p, 2001.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 813-817
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Évaluation du module des graveleux latéritiques non traités à partir des courbes effort-déformation de l'essai CBR

[Evaluation of the modulus of untreated lateritic gravel from the stress-strain curves of the CBR test]

Massamba Ndiaye[1], Jean-Pierre Magnan[2], and Lamine Cissé[3]

[1]École Supérieure Polytechnique (ESP) de Dakar - BP 5085, Dakar-Fann, Dakar, Senegal

[2]Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux (IFSTTAR), 14-20 Boulevard Newton - 77447 Marne-la-Vallée Cedex 2, France

[3]Agence des travaux et de Gestion des Routes (AGEROUTE), Rue F x David Diop, Fann Résidence, BP 25 242, Dakar, Senegal

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Natural lateritic gravels are the most frequent materials in French-speaking subtropical Africa and the most used for the construction of road infrastructures. However, some difficulties are often noted in practice, in the dimensioning phase, on the choice of the modulus of these materials which is often done using the empirical relation $E = 5 * I_{CBR}$ of CEBTP.
The results obtained within the framework of the present study suggest that this relation gives modulus values higher than those obtained by exploiting the linear parts of the curves stress-strain CBR. This would lead to undersizing the pavement by applying this relationship.

KEYWORDS: dimensioning, pavement, modulus, stress-strain curve, CBR test.

RESUME: Les graveleux latéritiques naturels représentent les matériaux les plus présents en Afrique francophone noire et les plus utilisés pour la construction des infrastructures routières. Cependant, certaines difficultés sont souvent notées dans la pratique, en phase dimensionnement, sur le choix du module de ces matériaux qui est souvent approché par la relation empirique $E= 5*I_{CBR}$ du CEBTP.
Les résultats présentés dans le cadre de cette présente étude laissent penser que cette relation donne des valeurs de module supérieures à celles obtenues en exploitant les parties linéaires des courbes effort-déformation CBR. Cela conduirait à sous-dimensionner les chaussées par application de cette relation.

MOTS-CLEFS: dimensionnement, chaussée, module, courbe effort-déformation, essai CBR.

1 INTRODUCTION

Le choix du module des matériaux est une étape importante pour le dimensionnement des ouvrages routiers. L'estimation des modules a un impact important sur la définition des épaisseurs des différentes couches et joue ainsi sur la durabilité de l'ouvrage.

Corresponding Author: Massamba Ndiaye

Cette étude est une contribution à la détermination du module des graveleux latéritiques à partir des courbes effort-déformation d'essais simples tels que l'essai CBR. Elle vise aussi à améliorer les pratiques actuelles où l'exploitation de ces courbes n'est pas systématique.

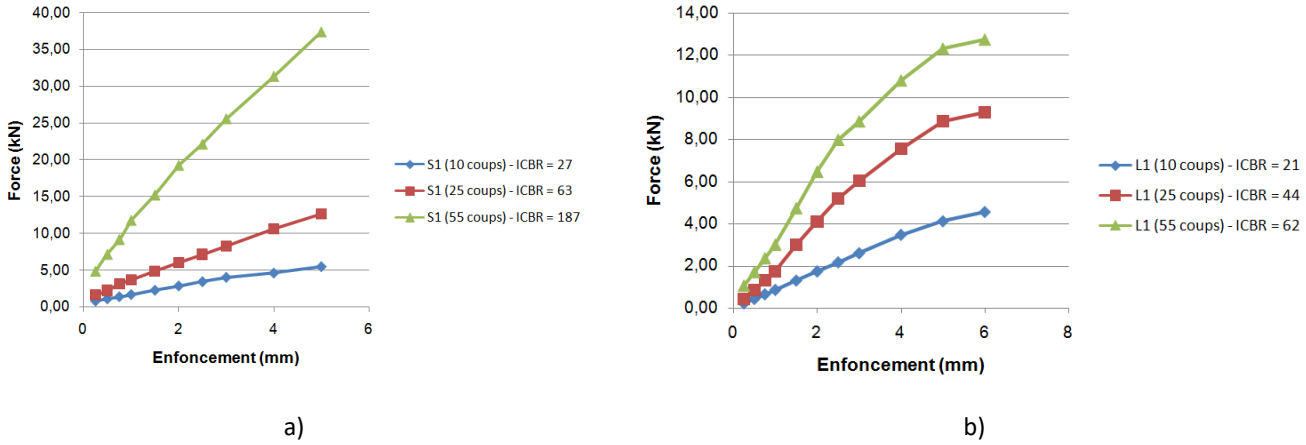
2 DÉTERMINATION DU MODULE DES GRAVELEUX LATÉRITIQUES À PARTIR DES COURBES EFFORT-DÉFORMATION CBR

Les données utilisées dans le cadre de cette étude proviennent de deux carrières latéritiques du Sénégal: Sindia (14 prélèvements) et Lam-Lam (10 prélèvements).

L'utilisation de ces matériaux est définie par deux paramètres: le module (E) et le coefficient de Poisson (ν). Ces deux paramètres sont utilisés comme paramètres d'entrée dans l'outil de dimensionnement des structures de chaussée Alizé.

Si aucune difficulté n'est notée dans la pratique pour le choix du coefficient de Poisson (ν), qui est généralement pris égal à 0,35 pour les matériaux naturels non traités, il n'en est pas de même pour le choix du module. Sa valeur découle, dans la pratique [1], d'un calcul à partir de la relation $E = 5*I_{CBR}$ sans chercher à exploiter les courbes effort-déformation de cet essai.

L'exploitation de ces courbes montre des formes non linéaires caractéristiques du comportement élasto-plastique de ces matériaux (Figure 1).



a) b)

Fig. 1. Courbes effort déformation CBR: prélèvement S1 de Sindia; b) prélèvement L1 de Lam-Lam

La forme des courbes a été prise en compte dans la détermination de la valeur de l'indice CBR. Cette dernière est calculée en prenant le maximum entre une valeur déterminée sur la partie linéaire avec un enfoncement du piston de 2,5 mm et d'une valeur déterminée sur la partie non linéaire correspondant à un enfoncement de 5 mm [2].

Les courbes de la figure 1 indiquent clairement que la rigidité des échantillons compactés augmente avec le nombre de coups appliqués (10 coups, 25 coups et 55 coups) pour les compacter.

Pour traduire cette rigidité, les relations de l'essai de plaque et de Van Niekerk seront utilisées pour évaluer le module. Les valeurs trouvées seront ensuite comparées avec celles de la relation : $E = 5*I_{CBR}$ du CEBTP. (1)

La relation de l'essai de plaque est définie comme suit:

$$E_{plaque} = \frac{\pi*d}{4}*(1-\upsilon^2)*K \quad (2)$$

où E_{plaque} est le module élastique (en MPa); d, le diamètre du piston CBR égal à 0,0496 m; ν, le coefficient de Poisson pris égal à 0,35 pour les matériaux non traités et K, le coefficient de déformabilité (en kN/m^3).

Ce dernier sera assimilé à la pente de la partie quasi linéaire de chaque courbe pour des enfoncements allant de 0 à 2,5 mm et sera calculé à partir de la relation suivante:

$$K = F_{2,5\ mm}/ (S*e) \quad (3)$$

où $F_{2,5mm}$ est la force correspondant à un enfoncement du piston de 2,5 mm (en kN); S, la surface du piston CBR et e, l'enfoncement de 2,5 mm soit 0,0025 m.

Avec ces hypothèses, la relation [2] devient finalement:

$E_{plaque} = 0,03417*K$ (4)

La relation de Van Niekerk (2002) [3] est dérivée des travaux d'Opiyo (1995) et s'appuie sur une distribution conique des contraintes sous le piston, dans le moule CBR (Figure 2).

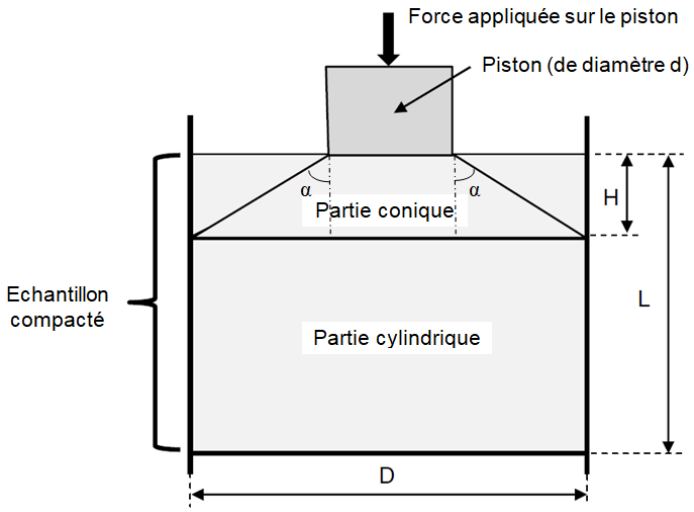


Fig. 2. Répartition des contraintes dans le moule CBR [4]

Elle est donnée, en MPa, par la relation suivante:

$$E_{Nieckerk} = \frac{q*d}{e*D}\left(H + \frac{d*(L-H)}{D}\right) \quad (5)$$

Où q est la contrainte engendrée par le piston CBR (en MPa); D, le diamètre du moule CBR pris égal à 0,152 m; L, la hauteur de l'éprouvette prise égale à 0,116 m et H, la hauteur de la partie conique.

Cette équation montre, cependant, que le module ne peut être calculé que si H est connue. Cela nécessite de déterminer ou d'estimer l'angle de diffusion des contraintes α [3].

Pour les graveleux latéritiques, la valeur de cet angle a été supposée égale à 45 degrés, ce qui donne:

$H = (D-d)/2 = (0,152 - 0,0496)/2 = 0,0512$ m et $E_{Niekerk} = 0,02361*K$ (6)

La comparaison des relations [4] et [6] montre que les modules estimés par la relation de van Niekerk sont environ 30% plus faibles que ceux estimés par l'essai de plaque. Cette comparaison montre aussi que les valeurs calculées par la relation $E = 5*I_{CBR}$ sont supérieures de 14% à 19% à celles de l'essai de plaque (figure 3).

Les relations ainsi trouvées entre le module E et l'indice CBR s'écrivent sous la forme $E = a*I_{CBR} + b$ et posent la question de la pertinence de l'utilisation de la relation $E = 5*I_{CBR}$ puisqu'une valeur d'indice CBR nulle n'a pas de sens.

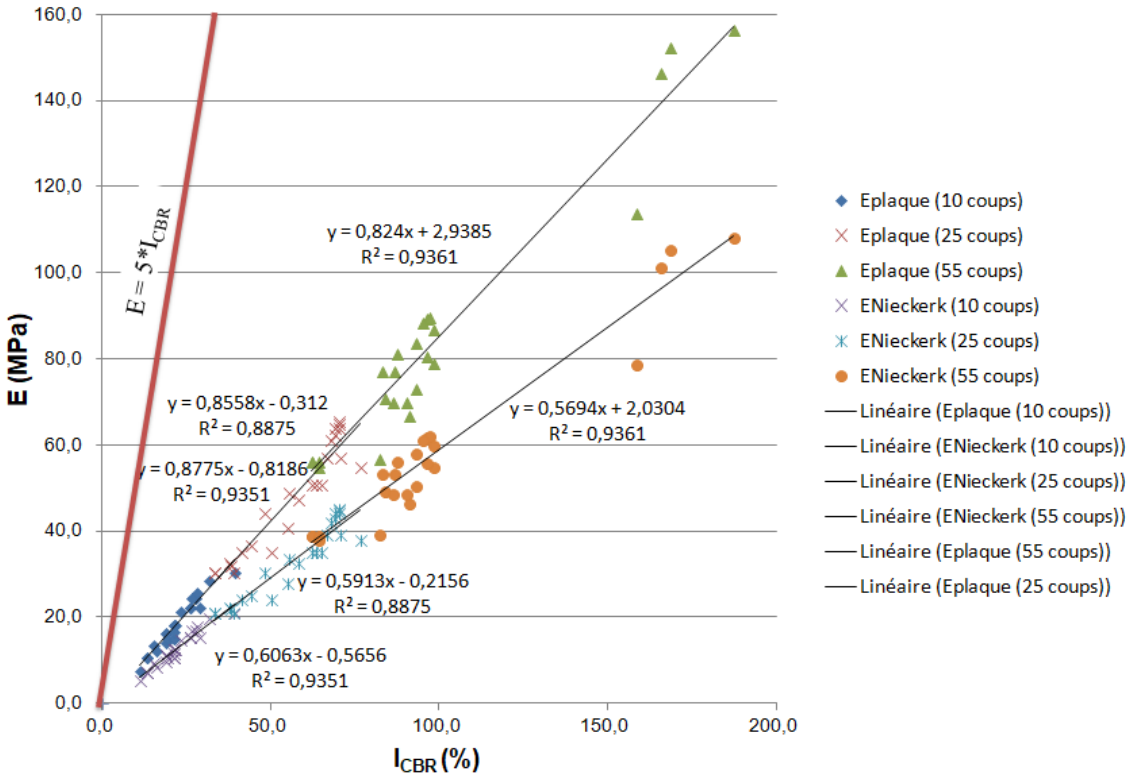


Fig. 3. Corrélations entre les valeurs de module E et d'indices CBR de l'ensemble des données étudiées

Avec ces résultats, une assez bonne corrélation a été notée, pour les latérites de Sindia, entre le module E et la limite de liquidité (w_L) puis entre le module E et l'indice de plasticité (I_P). Ces observations ne sont confirmées pour les latérites de Lam-Lam qu'à 25 coups. Une bonne corrélation a été aussi notée entre le module E et la teneur en eau optimale Proctor modifié (w_{OPM}) pour les latérites de Lam-Lam à 10 et 25 coups (Tableau 1).

Tableau 1. Corrélations entre le module E et les paramètres w_L, I_p et w_{OPM}

Carrières	Modules		w_L	Ip	w_{OPM}
Sindia	Essai plaque et Niekerk (*)	10 coups	-0,522	-0,627	0,281
		25 coups	-0,660	-0,670	0,010
		55 coups	-0,455	-0,466	0,082
Lam-Lam	Essai plaque et Niekerk (*)	10 coups	0,290	0,243	0,501
		25 coups	0,596	0,467	0,609
		55 coups	0,257	0,183	0,061

(*) les coefficients de corrélations indiqués dans le tableau sont les mêmes pour la relation d'essai de plaque et la relation de Van Niekerk.

3 CONCLUSION

Les analyses effectuées dans cette étude portent de bonnes perspectives pour la détermination des caractéristiques réelles des matériaux graveleux latéritiques utilisées pour le dimensionnement des chaussées, à condition d'être comparées à des modules mesurés dans des chaussées réelles réalisées avec les mêmes matériaux. Ce travail a été entrepris.

Les valeurs des modules trouvées expérimentalement en laboratoire suite à l'exploitation des courbes effort-déformation de l'essai CBR sont inférieures dans l'ensemble à celles données par la relation $E = 5*I_{CBR}$ recommandée par le CEBTP de 1984, ce qui conduirait à un sous-dimensionnement des chaussées en utilisant cette relation.

Ces études devront être appliquées aux valeurs d'indices CBR immédiats, qui correspondent le mieux aux conditions de chantier, afin de confirmer les relations du type $E = a*I_{CBR} + b$ obtenues par les présents travaux.

REFERENCES

[1] CEBTP, Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux, Ministère de la coopération de la république française, 1984.
[2] NORME NF P 94-078, Sols - Reconnaissance et essais - Indice CBR après immersion - Indice CBR immédiat - Indice Portant immédiat - Mesure sur échantillon compacté dans le moule CBR, 1997.
[3] VAN NIEKERK A., Mechanical behavior and performance of granular bases and sub-bases in pavements, Technical University of Delft, 2002.
[4] MAGNAN J.P., NDIAYE M., Deformability characteristics of compacted lateritic gravels, as obtained from soaked CBR tests, Transportation Geotechnics, vol 5, 2015.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 818-831
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

The effectiveness of the vaccine monitoring and follow up of community health workers on the uptake vaccine measles vaccine coverage among children under 5 years: A quasi-experimental study led in Goma and Karisimbi health zone in Goma city North Kivu, Democratic Republic of Congo

Kakule Muhindo Omer, Rosebela Onyango, and Careena Otieno Odawa

Great Lakes University of Kisumu, Department of community health, Kisumu, Kenya

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Nowadays, public health interventions remain the driving force in promoting population health, especially in developing countries where communicable diseases still present a very worrying frequency. Despite the establishment of structured outreach teams, follow-up and monitoring are essential activities to ensure correction and catalyze effective delivery of immunization services. During this study, we conducted regular monitoring of AVM vaccination and motivated community health workers on sensitization, rumor management, and minimizing resistance to AVM vaccination in order to improve the AVM coverage rate and increase measles case reporting.

Methods: A Quasi-Experimental Study and action research, led in the Karisimbi as an experimental Zone and Goma Health zone as a control Zone. Supervision of Community Health Workers was done by the team consisting of researchers at the health areas and the district-level health staff conducted supportive supervision of community health workers. During these supervisory visits, the team ensured knowledge of signal definitions and checked that community health workers correctly identified the measles cases, and the unvaccinated children and managed messages correctly. A structured interview was conducted for data collection and Focus Group Discussions (FGDs) were organized in the health areas for qualitative data to collect the opinions of community health workers on non-participation in measles social mobilization activities. A questionnaire grid and a focused discussion guide were used as data collection tools. The data collection was done in Kobo collection while the analysis and processing were SPSS 18 software. To estimate the degree of significance between the effectiveness of community health workers' training and the AVM vaccine administration, the study used the Odds Ratio test at a Confidence interval of 5%.

Findings: The frequency of cases increased progressively over the months following the different techniques used for intervention. More than 4346 CHILDREN cases were vaccinated in routine activities and 4346 unvaccinated children at the VAR were recovered and 152 measles cases were identified. Resistance and rumors were circumvented by using model lessons from the presidents of the community relays through vaccination of relatives.

Conclusion: The results showed that monitoring and follow-up had an important influence on the motivation of workers.

KEYWORDS: anti-vaccine measles, vaccination, community health workers, monitoring and fellow up, training.

1. INTRODUCTION

The first effective measles vaccine was tested between 1954 -1963 (Force & Eradicat, 2016) et the establishment of routine national immunization programs for 6 antigens in 1974 (Kagoné et al., 2018; WHO, 1993). Despite these implementations, measles is still one of the most contagious and devastating vaccine-preventable diseases among children under 5 years of age, especially in low- and middle-income countries (Doctors Without Borders, 2019; WHO, 2017) According to Patel et al, the use of MCV has saved a large number of children worldwide. He estimates that measles vaccine would have prevented 23 million deaths of children under 5 years of age Between 2010-2018 and the same period, global MCV1 coverage increased from 72% to 86%; reported annual measles incidence decreased by 66%, with the number of cases falling from 145 to 49 per 1 million

population; and the estimated number of measles deaths fell by 73%. However, when compared with 2016, the number of measles cases worldwide in 2018 increased to 167% (Patel et al., 2020).

Nevertheless, many children are still unvaccinated against measles worldwide.

Between 2010 and 2019, MCV1 coverage remained at a stable level of 84-85% globally, but with regional variations: In 2019, it was 69% in the African Region and 96% in the European Region. Coverage with MCV2 increased from 42% to 71%, and when all countries are included (including those where MCV2 has not yet been introduced), coverage ranged from 33% in the African Region to 91% in the European and Western Pacific Regions (Chard et al., 2020).

According to the CDC and WHO, In 2020, more than 22 million infants did not receive their first dose of measles vaccine, three million more than in 2019; this represents the largest increase in two decades and creates conditions for dangerous outbreaks to occur. Compared to the previous year, reported measles cases dropped by more than 80 percent in 2020 (Dixon MG, Ferrari M, Antoni S, 2020). That said, measles surveillance has also deteriorated, with laboratories receiving the lowest number of samples for testing in more than a decade.

Regarding the WHO global weekly report on measles, the most important factor remains the low vaccination coverage recorded in most countries around the world, which in most cases is estimated at less than the 95% recommended to reach an immune threshold capable of stopping the spread of the virus in the child population (Perry et al., 2020).

In low-income countries, because the measles immunization schedule is set at 9 months, most mothers of children easily forget to bring their children because they do not know when the deadline is. Because mobilization is very low and reserved only for supplemental immunization campaigns, many households fail to bring their children in at just 9 months. (EPI-DRC, 2015).

The commitment of stakeholders and the involvement of community health workers remain assets in the effectiveness of public health interventions such as immunization and the surveillance of diseases like measles.

Thus, several studies implemented within the framework of social mobilization and surveillance of vaccine-preventable diseases have always suggested the training and capacity-building component as an important axis in the success of the expanded program on immunization. (WHO- Unicef, 2013).

Thus, it is an operational component of immunization services and a supporting element of the health system. Thus, Capacity building of staff and health workers in the health system at the local level (WHO-AFRO, 2015) contributes greatly to the improvement of the health status of the population since the knowledge they acquire allows them to raise awareness about behavior change and disease risk (Banerjee *et al*, 2018).

Indeed, in the process of prevention and control of recurrent infectious diseases, health workers at the local level must obtain from health officers the strengthening of their knowledge, attitudes and practices so that they are able to perform correctly the tasks of disease surveillance and vaccine monitoring (Lehmann et al, 2007; Matovu et al., 2013; O'Donovan et al., 2018).

Improving the routine immunization system in the health system is one of the objectives of the global plan for vaccine activities. In low- and middle-income countries, this should be done by building the capacity of health care providers at the local level (WHO, 2013a, 2019).

The training of trainers should therefore identify the training needs of local health workers on the social mobilization, the immunization schedule, the identification of children not reached by the immunization vaccine program (Arogundade *et al*., 2019), (Decorby-Watson *et al*., 2018; Naal *et al.*, 2020; Ward *et al*., 2019a; WHO, 2013d).

For this to happen, collaboration between the community, health system officers and all stakeholders must be effective in order to assess the actual training needs and identify the tasks that should be performed after the training (Musoke *et al*., 2016), (Liang *et al*., 2019).

The vaccine-preventable disease surveillance program provides that, these resources are immunization providers at the health center level and volunteer health workers in local communities. Community volunteers could be mobilized in relation to active surveillance of cases in outbreak investigations and in some response activities, such as vaccine campaigns (Banerjee *et al*, 2018).

In special occasions, the community volunteers must be trained to report cases with specific signs and symptoms suspected of avian influenza3 and vaccine preventable disease such as acute flaccid paralysis (AFP), measles and neonatal tetanus (NNT) (JICA Amrids Project, 2014).

A study conducted in Nigeria showed that the community level, CHEWs are an important healthcare worker cadre providing basic health services such as immunization and antenatal care especially in the context of filling human resource void in all country (Arogundade *et al.*, 2019).

This study showed that, Health workers (HWs) was providing routine immunization (RI) correctly after learning and services has played a crucial role in influencing vaccine uptake, a key determinant of improved immunization coverage.

Over the years, Training Needs Assessments (TNAs) have not been routinely utilized in Nigeria to determine the unmet needs of health workers offering immunization services and what approaches should be adopted to meet their training needs (WHO, 2013b), (Ward *et al*., 2019a), (David *et al*., 2020), (Mutabaruka *et al*., 2010).

The report of an experiment conducted in 2019 in the Philippines by the Philippine Red Cross proved that volunteers and other local partners can help to provide a good immunization service in the community after training (International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, 2020).

This study showed that, after training, volunteers were able to validate secondary data, identify epidemic areas and critical cases in the community, and ensure accompanied referral to the nearest health facility. This allowed for the rapid reporting and management of critical cases and thus reduced mortality. (International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, 2020).

Concerning a study published in Uganda in 2018, entitled: "Building health workforce capacity for planning and monitoring through the Strengthening Technical Assistance for routine immunization training (START) approach in Uganda (Ward *et al*., 2019b) has shown that:

The Strengthening Technical Assistance for Routine Immunization Training (START) approach aimed to utilize practical training methods to build capacity of district and health center staff to implement routine immunization (RI) planning and monitoring activities, as well as build supportive supervision skills of district staff.

Similar Studies conducted by the Red Cross in Indonesia, Kenya, Sierra Leone and Uganda, have shown that in preparing to respond to epidemics, volunteers need to be empowered to recognize health risk more quickly and report epidemic alerts, to take rapid action to control the disease (Byrne & Nichol, 2020).

Studies conducted in many low- and middle-income countries around the world have, at many levels, has shown the relationship between volunteer involvements in strengthening the health system through social mobilization (Lehmann et al, 2007), (UNICEF, 2016).

Experiences of international red cross federations and other authors around the world show that volunteers and other health workers at the grassroots level were able to provide quality services in immunization and disease surveillance programs, but after training in the practices and tasks necessary to perform them (Internation Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, 2020).

Active and participatory methods must be used in favor of the Relays in order to facilitate the transfer of knowledge and develop their competence in the performance of daily tasks. (Naal & Mendelsohn, 2019).

However, a follow-up and supervision of the activities carried out by the volunteers remains a primordial task for the staff of the health officers to readjust each time and correct the possible errors (Biellik & Orenstein, 2018; Chesoli et al., 2018; Clara, Ndiaye, et al., 2020), The meetings provided with health facilities and health officers with opportunities not only to re-cap the knowledge on the simplified community case definitions but also to discuss challenges faced in the implementing the activities and come up with possible way-forward (JICA Amrids Project, 2014).

Nevertheless, we observe that most of our community relays in our health areas are not trained on the problems they are called upon to solve in the community and limit themselves to apparent activities.

Thus, their capacity to raise awareness and solve problems at the local level seems insufficient, involving little participation in disease surveillance and monitoring of immunization activities.

In the DRC, mobilization on vaccination is a support element for routine vaccination and supplementary vaccination activities. The Ministry of Health and partners such as SANRU and ALIMA-DRC had created structured CACs with the aim not only of strengthening the involvement of volunteers but also of extending their influence to the ends of the villages with a view to total coverage of the areas. health through awareness.

In the health zones of the city of Goma in North Kivu, two health zones, Goma and Karisimbi, have created CACs with the aim of mobilizing the populations in the fight against diseases with epidemic potential, in particular Ebola, Covid -19 and involvement in vertical programs. More than 4,500 Community Relays have been set up in different health areas.

During an evaluation by FGD, on their involvement in activities to fight against measles and other vaccine-preventable diseases, showed that out of 1,240 Community Relays set up in the CACs, less than 10% are available and effective in the activities of the health areas, more than the majority have ignored the vaccination schedule and the definition of VMA in favor of vertical and lucrative programs.

Almost all of the community health workers noted as factors in question the lack of regular follow-up, monitoring and supervision of activities by health service supervisors. Thus, we have together identified the training needs on measles surveillance from the promotion of AVM vaccination and the notification of measles cases and the training of trainers in the CACs in turn due to bi-weekly sensitization on the reminder of the VAR vaccination schedule, measles case definition and measles case reference.

2. MATERIALS AND METHODS

A Quasi-Experimental Study and action research, led in the Karisimbi as an experimental Zone and Goma Health zone as a control Zone. This Quasi-experimental study used mixed-method both qualitative and quantitative data collection methods. This study was conducted between December 2022 and March 2022, in Karisimbi and Goma health District in Goma town, North Kivu of DRC. These two health zones were in the urban area.

The study used non-probability and purposive sampling for community health workers to address questions on social mobilization for measles vaccine uptake and case notification.

The sample size was estimated at 50 community health workers from the expert health zone (Karisimbi) who have been trained on social mobilization and monitored monthly. A three-day training course was organized for community health workers to brief them on the immunization calendar, case definition, different mobilization techniques, household awareness of the activities of the national immunization program, as well as the procedures for entering households. The following variables were monitored: - Awareness through available statistical data, - Validation of reported data, compliance, adaptation and conformation of strategies, - Management of rumors, and resistance of households against the AVM vaccine

Interviewing and FGD techniques were used during monitor and follow-preached research activities and measles case identification.

A structured interview was conduct for data collection and Focus Group Discussions (FGDs) were organized in the health areas for qualitative data to collect the opinions of community health workers on non-participation in measles social mobilization activities. A questionnaire grid and a focused discussion guide were used as data collection tools. A structured interview technique and a survey questionnaire were used during this study to collect data.

During this monitoring, we used posters to define measles cases in order to differentiate it from scabies, chickenpox and other non-measles skin rashes.

Supervision of Community Health Workers was done by the team consisting of researchers at the health areas and the district-level health staff conducted supportive supervision of community health workers. During these supervisory visits, the team ensured knowledge of signal definitions and checked that community health workers correctly identified the measles cases, the unvaccinated children and managed messages correctly.

The data collection was done in Kobo collection while the analysis and processing were SPSS 18 software. To estimate the degree of significance between the effectiveness of community health workers' training and the AVM vaccine administration, the study used the Odds Ratio test at the Confidence interval of 0,05.

3. FINDINGS

3.1. FOLLOW-UP AND MONITORING OF COMMUNITY HEALTH WORKER'S TEAMS

Indeed, supervision is a key management function and a process of evaluation and continuous improvement. It can be done through self-assessment, interactions with peers or supervisors through remote communication, evaluation meetings, as well as physical visits by a supervisor. Health workers can use analytical supervision tools to monitor their performance on an ongoing basis (World Health Organization, 2017).

According to each district's reach approach, this was a formative supervision that helped staff improve their performance during this engagement process. this study emphasized the use of supervisory visits as an opportunity to improve the knowledge and skills of community health workers (World Health Organization, 2017).

This supervision was aimed more at monitoring performance against objectives and the use of tools and work methods, the veracity of the data obtained for decision-making, and it was regular, together with the staff, to ensure that new tasks were implemented appropriately (Cutts *et al.*, 2021), (Clara, Dao, *et al.*, 2020).

To carry out the follow-up and monitoring of the CHWs, we started from the structure of the health areas and the community animation cells. We therefore conducted a cross-sectional walk that allowed us to identify the number of Community Animation Cells and community health workers per health area. In total, more than 60 visits were made. To be effective, the FGDs were organized once a month in each health area (World Health Organization, 2017).

3.2. RAISING AWARENESS THROUGH AVAILABLE STATISTICAL DATA

During this activity, we opted for the "Open Data Awareness and Consumption model" (Amugongo et al., 2015). The number of unvaccinated children against measles was very high in the majority of the health areas, so this frequency was regularly exposed in the discussion groups organized in the health areas with the community health workers and the staff of the central office of the health area in order to show the importance of the problem, thus reinforcing the relevance of social mobilization in the promotion of vaccination against measles.

Thus, the health areas that had never reported went from 20 children recovered per week to 100 per week, the number of sensitizers went from 3 to half of the total in the health areas. This pushed the number of children recovered from 61 children recovered per year to an average of 500 children per month, for a total of 4,346 children for a period of 4 months, plus 145 children with measles identified for a period of 4 months.

Routine VAR immunization has seen its frequency increased to more than 6,000 children, a difference of more than 3,341 children. This activity has motivated the community health workers to work in transparency and veracity with the BCZ staff and the head nurses of the health centers who did not believe in such data.

VALIDATION OF REPORTED DATA AND COMPLIANCE DATA

Data validation was organized once a month. To carry out the follow-up and monitoring of the CHWs, the research started from the structure of the health areas and the community animation cells (C.A.C.). In order to be effective, the FGDs were organized once a month in each health area around the definition of measles cases and to remind them about the MVA target.

Many community relays confused measles with pruriginous scabies, bullous exema, chicken pox and other forms of scabies. Others recorded children over 5 years and under 9 months. To validate the data, a comparison of cases was made, out of 350 cases identified, only 140 were suspected of measles, 150 were pruritic scabies locally called "SHISHKARA", 30 cases of chickenpox, 30 others of rashes difficult to identify.

Table 1. Identification of the frequency of measles-like diseases

No	Affection identified	Effectif	Notification	Blood collection	IGM+
1.	Measles	145	45	20	5
2.	chickenpox	30	-	-	-
3.	Scabies	155	-	-	-
4.	Other	20			
5.	Number of measles deaths	0	0	0	0
6.	Complicated measles	0	0	0	0
	Total	350			

This table shows that half of the cases reported by health workers were not measles cases but similar conditions.

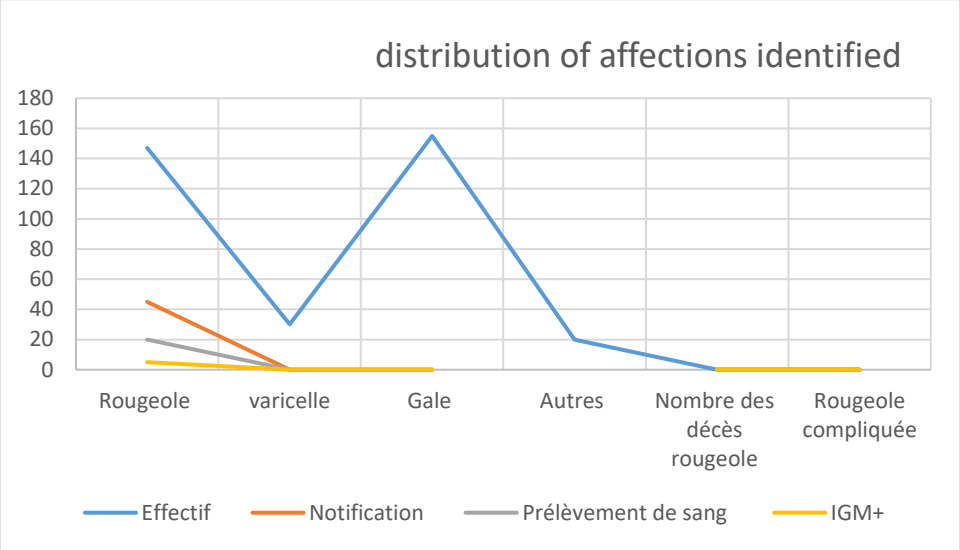


Fig. 1. Identification of the frequency of measles-like diseases

This figure shows the frequency of measles cases validated during monitoring and follow-up of community relays.

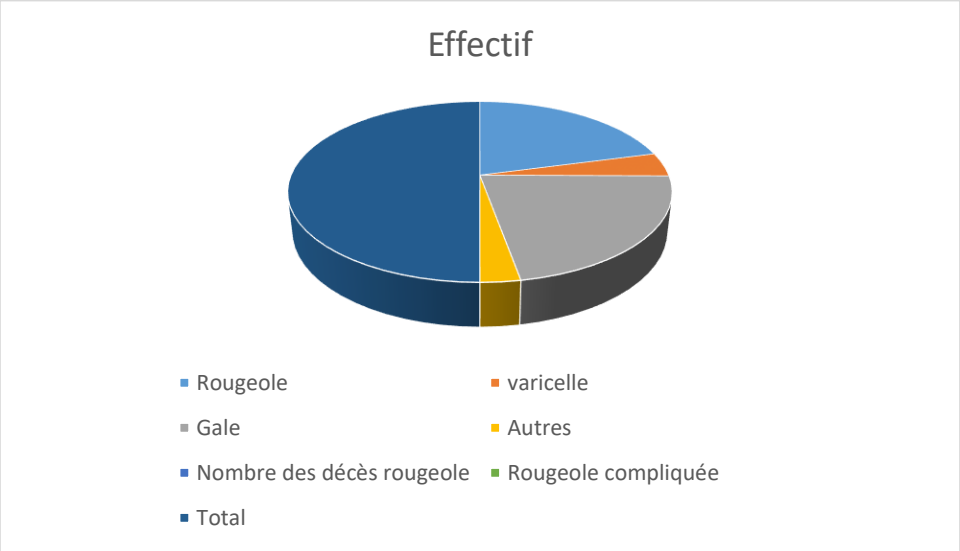


Fig. 2. Identification of the frequency of measles-like diseases



Fig. 3. Typical measles forms

NUMBER OF CHWS BY KNOWLEDGE OF CASE DEFINITION

During FGD, for the five FGD teams, i.e. 60, only 10 nurses gave the measles case definition against 50 CHWs who did not know the measles case definition.

Table 2. Knowledge of measles case definition by health care workers

		Cas Définitions				
		Fever	**Types of rashes**	**Catarrhea oculo nasale**	**Physical asthenia**	**Less than 15 year old**
	Catégories	**N=50**	**N=50**	**N=50**	**N=50**	**N=50**
1	Community relays	25	25	25	25	25
	%	50%	50%	50%	50%	50%
	Catégories	**N=10**	**N=10**	**N=10**	**N=10**	**N=10**
2	Nurses	10	10	10	10	10
	%	100%	100%	100%	100%	%

This table shows that the majority of Relais do not remember the definition of measles cases. 50% of 50 CHWs know two major signs of measles

3.3. ADAPTATION AND CONFORMATION OF STRATEGIES

In the first few months, many community health workers used spot home visits and immunization day. During the monitoring, participants suggested using megaphones every evening and early morning as well as door-to-door visits every evening and morning and contacting mothers at the workplace, message in local churches. This approach showed that the data increased progressively in the different health areas and HEALTH ANIMATION CELL (CAC) for the variables for recovery of unreached children through AVM activities, routine AVM vaccination, and case notification.

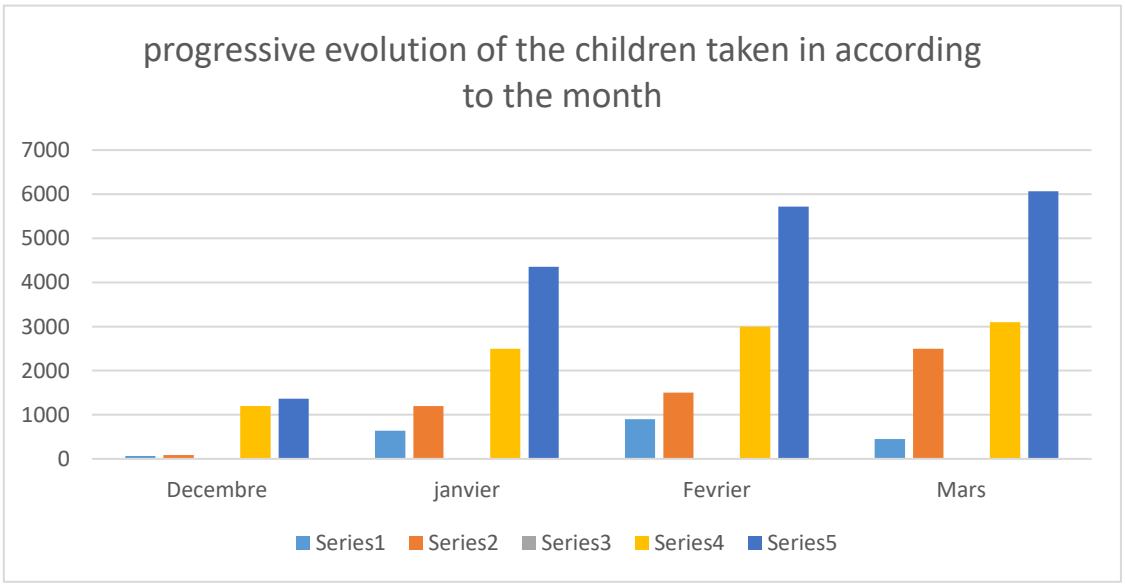


Fig. 4. Progressive evolution of the children taken in according to the month

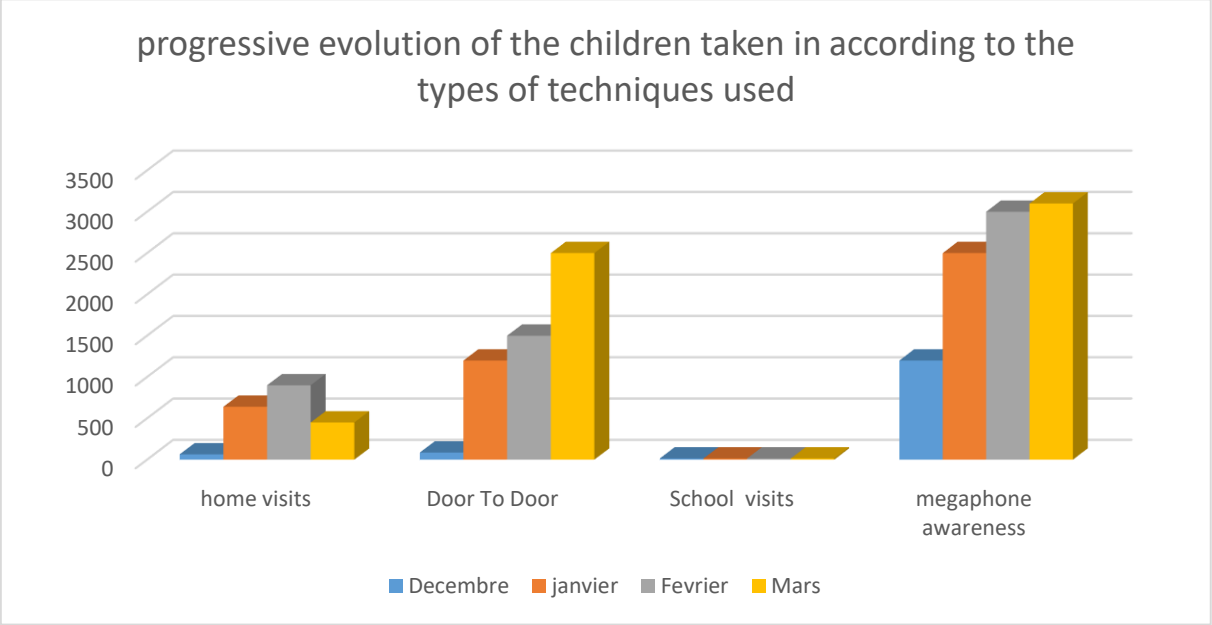


Fig. 5. Progressive evolution of the children taken in according to the types of techniques used

Figures 5 and 5 show the progression in the number of children brought in according to the adaptation of the techniques and during the months of intervention

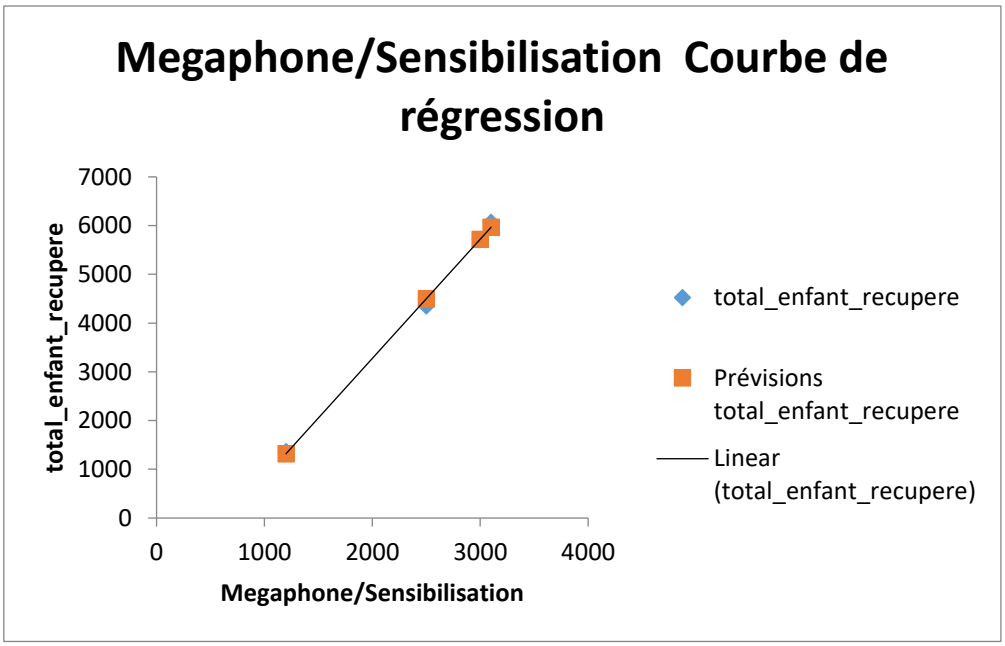


Fig. 6. Results of megaphone technique

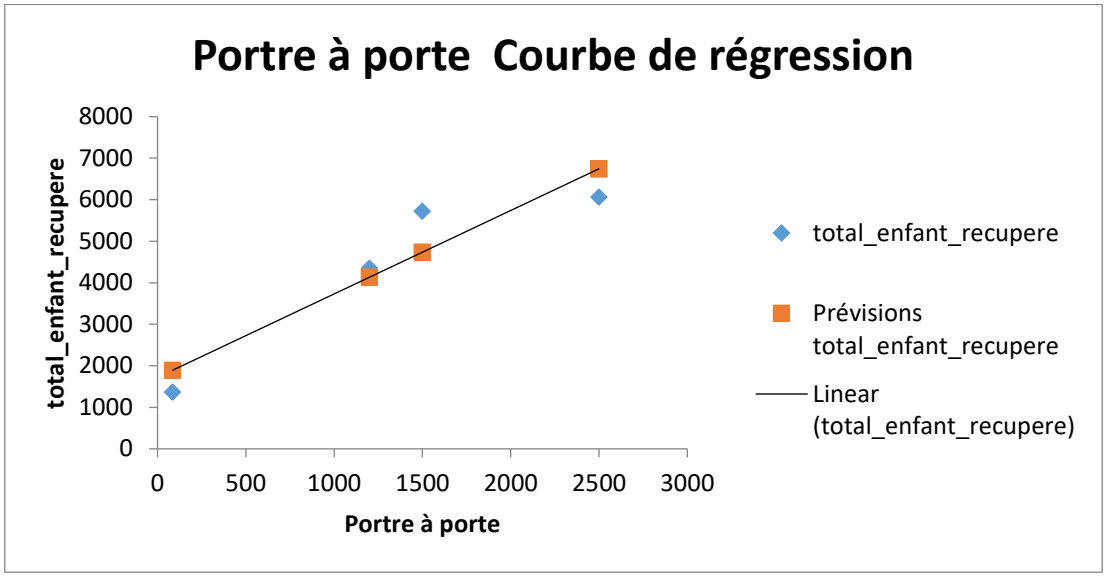


Fig. 7. Results of the door-to-door technique

The two figures above show the effectiveness of door-to-door and megaphone techniques.

MANAGEMENT OF RUMOR AND MANAGEMENT OF HOUSEHOLD RESISTANCE TO VAM VACCINE

Monitoring has allowed us community health workers to successfully manage rumors and various resistances. According to the declarations of one of the presidents of the health areas, the mothers refuse declare this: “Any CHWs who will bring my child to the VAR vaccination, I will send him witch threats preventing him from any mobility of the limbs” To circumvent this resistance, we have preached by concrete examples, community health workers say: "We brought our children and the children of friends and relatives to the vaccination so that the communities accepted that the vaccine is not toxic to children” during the different Focus Group Discussions, the presidents.

Table 3. Influence of appointment follow-up on measles vaccination

Healty zone				measles vaccination		Total	Khi2 value	Ddl	P-value	OR	IC à 95 %	
				No	Yes						Lower	Sup
Goma	Follow-up for MVA 9-month appointments	No	Frequency	49	10	59	77,301	1	0,00	16,677	7,945	35,005
			%	83,1%	16,9%	100,0%						
		Yes	Frequency	57	194	251						
			%	22,7%	77,3%	100,0%						
	Total		Frequency	106	204	310						
			%	34,2%	65,8%	100,0%						
karisimbi	Follow-up for MVA 9-month appointments	No	Frequency	42	12	54	35,912	1	0,00	6,919	3,463	13,821
			%	77,8%	22,2%	100,0%						
		Yes	Frequency	86	170	256						
			%	33,6%	66,4%	100,0%						
	Total		Frequency	128	182	310						
			%	41,3%	58,7%	100,0%						
Total	Follow-up for MVA 9-month appointments	No	Frequency	91	22	113	107,673	1	0,00	10,529	6,359	17,433
			%	80,5%	19,5%	100,0%						
		Yes	Frequency	143	364	507						
			%	28,2%	71,8%	100,0%						
	Total		Frequency	234	386	620						
			%	37,7%	62,3%	100,0%						

In both areas, follow-up appointments have a significant influence on measles vaccination.

Table 4. Monitoring of immunization activities

Health Zones				Did_he_have_a_sign_of_measles		Total	Khi2 value	Ddl	p-value	OR	IC à 95 %	
				No	Yes						Lower	Higher
Goma	Was the child followed up for the AVM vaccination?	No	Frequency	28	31	59	28,095	1	0,00	0,21	0,12	0,39
			%	47,50%	52,50%	100,00%						
		Yes	Frequency	203	48	251						
			%	80,90%	19,10%	100,00%						
	Total		Frequency	231	79	310						
			%	74,50%	25,50%	100,00%						
Karisimbi	Was the child followed up for the AVM vaccination??	No	Frequency	29	25	54	2,372	1	0,12	0,63	0,35	1,14
			%	53,70%	46,30%	100,00%						
		Yes	Frequency	166	90	256						
			%	64,80%	35,20%	100,00%						
	Total		Frequency	195	115	310						
			%	62,90%	37,10%	100,00%						
Total	Was the child followed up for the AVM vaccination?	No	Frequency	57	56	113	21,448	1	0,00	0,38	0,25	0,58
			%	50,40%	49,60%	100,00%						
		Yes	Frequency	369	138	507						
			%	72,80%	27,20%	100,00%						
	Total		Frequency	426	194	620						
			%	68,70%	31,30%	100,00%						

The table below shows that follow-up vaccination has a significant impact on the risk of getting measles in the Goma zone but not in the Karisimbi zone. Vaccination follow-up reduces the risk of getting measles in the Goma zone by 79%.

Table 5. Effectiveness of monitoring and supervision

Health Zones				Competence development after monitoring and supervision		Total	Khi-2 Value	DDL	P-value	OR	IC 95 %	
				No	Yes						Lower	High
Control	Do you receive supervision and follow-up to build your social mobilization capacity?	No	Frequency	1	0	1	0,75	1	0,386	2,00	0,500	7,997
			%	100,0%	0,0%	100,0%						
		Yes	Frequency	1	1	2						
			%	50,0%	50,0%	100,0%						
	Total		Frequency	2	1	3						
			%	66,7%	33,3%	100,0%						
Experimental	Do you receive supervision and follow-up to build your social mobilization capacity?	No	Frequency	4	1	5	11,733	1	0,001	0,20	0,035	1,154
			%	80,0%	20,0%	100,0%						
		Yes	Frequency	0	11	11						
			%	0,0%	100,0%	100,0%						
	Total		Frequency	4	12	16						
			%	25,0%	75,0%	100,0%						
Total	Do you receive supervision and follow-up to build your social mobilization capacity?	NO	Frequency	5	1	6	10,871	1	0,001	60,00	3,104	1159,783
			%	83,3%	16,7%	100,0%						
		YES	Frequency	1	12	13						
			%	7,7%	92,3%	100,0%						
	Total		Frequency	6	13	19						
			%	31,6%	68,4%	100,0%						

In the Karisimbi health zone, having supervision and follow-up significantly influences skill development. In Karisimbi, the chance of developing skills decreases by 80% if one has not benefited from supervision and follow-up.

For the Goma health zone, unlike Karisimbi, having supervision and follow-up does not significantly influence skill development (the P-value is greater than the 5% threshold and the CI contains 1).

4. DISCUSSION

Training community health workers in the promotion of measles vaccination is critical. Nevertheless, it is more fruitful when it is accompanied by follow-up, monitoring and supervision sessions of the various tasks. The supervision process is therefore a formative activity of the CHWs allowing to redirect the work, to correct the errors and to motivate. The results of Table No1 show that over the months, the number of children only increased from 2055 to 17507, however only 4346 were vaccinated. These findings support those of Reaching Every District, which (World Health Organization, 2017) found that supervision corrects gaps in service delivery and increases performance. They join those of Clara et al, on Community-Based Surveillance in Cote d'Ivoire, according to which the involvement of volunteers made it possible to obtain a speed in the reference but after a capacity building of the volunteers. According to Catts et al, follow-up and supervision-training helps to arouse the interest of community health, and a sustainability of vaccination surveillance activities even when the incidence of measles is low after a long period. Forgetting or abandoning this strategy leads to a rebound in the disease and a resurgence of epidemic outbreaks. (Cutts et al., 2021) Regarding the validation of the data, several cases brought by the CHWs were rejected, resembling other rash diseases or skin rashes other than measles. Out of 350 cases, only 152 cases were retained and 45 were notified. This was thanks to sessions replacing briefings on case definitions and the VAR vaccination schedule. All children over 5 years old were withdrawn from our reference for vaccination since the program does not support them. these results agree with Clara et al, whom during a surveillance study they rejected after validation many of the cases with non-measles rashes but already confirmed by CHWs (Clara, Ndiaye, et al., 2020). According to the WHO in its publication on the basis of immunization, supervision and monitoring sessions validate the data (Murray Trostle et al, n.d.) All children over 5 years old were withdrawn from our reference for vaccination since the program does not support them. these results agree with Clara et al, that during a surveillance study they rejected after validation many of the cases presenting non-measles rashes but already confirmed by

CHWs (Clara, Ndiaye, et al., 2020). have thus shown significant associations between monitoring and promotion of VAR vaccination coverage, for example during household surveys, mothers who vaccinated their children had almost all been visited several times by CHWs, i.e. X2 77.3, P=0,00,0R = 16.67. The Democratic Republic of Congo has introduced since 2003, the involvement of CHWs in its measles surveillance system, however several challenges are still observed the CHWs which in the DRC are called Community Relays, create as a community participation structure to raise awareness, mobilize and creating a link with the structures does not perform these tasks well. The lack of a monitoring, evaluation and supervision structure for these local health actors often leads to a weakness in their functioning. Several studies conducted, such as in Katanga and at the School of Public Health in Kinshasa, have shown a relationship between the dysfunction of this organ and low vaccination coverage or only the monitoring of diseases with epidemic potential such as measles. The lack of their follow-up becomes a direct or indirect cause of the resurgence of these diseases with epidemic potential. During this study, FGD participants reassured that they had turned away from VAR and Measles vaccine surveillance not only following the Ebola and COVID-19 pandemic, but also because of a lack of follow-up and supervision by local health authorities. This situation has currently led to a resurgence of measles and other preventable vaccine-preventable diseases such as poliomyelitis in the Karisimbi health zone in the DRC, after a period of silence of more than 6 months. Thus, the promotion of health cannot be effective in this part of the republic after the authorities of the Ministry of Health at the central, intermediate and local levels think of the revitalization of this body through follow-up, supervision and monitoring mechanisms.

ACKNOWLEDGMENT

I acknowledge my supervisors Professor. Roosevelt Onyango and Dr. Careena Otieno Odawa for their guidance during the writing of this paper. They were able to give me proper information and knowledge which translated to wisdom and ownership of these materials in this study.

REFERENCES

[1] Amugongo, L. M., Muyingi, H. N., & Sieck, J. (2015). Increasing open data awareness and consumption in Namibia : A hackathon approach. *13th Culture and Computer Science - Cross Media Conference*, *July 2016*, 187–198. https://www.academia.edu/13020835/Increasing_Open_Data_Awareness_and_Consumption_in_Namibia_A_Hackathon_Approach.

[2] Arogundade, L., Akinwumi, T., Molemodile, S., Nwaononiwu, E., Ezika, J., Yau, I., & Wonodi, C. (2019). Lessons from a training needs assessment to strengthen the capacity of routine immunization service providers in Nigeria. BMC Health Services Research, 19 (1), 1–12. https://doi.org/10.1186/s12913-019-4514-2.

[3] Banerjee et al. (2018). Public health responses during measles outbreaks in elimination settings: Strategies and challenges. Human Vaccines and Immunotherapeutics, 14 (9), 2222–2238.

[4] Biellik, R. J., & Orenstein, W. A. (2018). Strengthening routine immunization through measles-rubella elimination. Vaccine, 36 (37), 5645–5650. https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2018.07.029.

[5] Byrne, A., & Nichol, B. (2020). A community-centred approach to global health security: implementation experience of community-based surveillance (CBS) for epidemic preparedness. Global Security: Health, Science and Policy, 5 (1), 71–84. https://doi.org/10.1080/23779497.2020.1819854.

[6] Chard, A. N., Gacic-dobo, M., Sodha, S. V, Wallace, A. S., Chard, A. N., Gacic-dobo, M., & Sodha, S. V. (2020). SYSTEMATIC VACCINATION COVERAGE. In Weekly Epidemiological Record (Issue 46).

[7] Chesoli, R. N., Schuster, R. C., Okelo, S., & Omotayo, M. O. (2018). Strengthening care delivery in primary care facilities: Perspectives of facility managers on the immunization program in Kenya. International Journal of Health Policy and Management, 7 (12), 1130–1137. https://doi.org/10.15171/ijhpm.2018.83.

[8] Clara, A., Dao, A. T. P., Mounts, A. W., Bernadotte, C., Nguyen, H. T., Tran, Q. M., Tran, Q. D., Dang, T. Q., Merali, S., Balajee, S. A., & Do, T. T. (2020). Developing monitoring and evaluation tools for event-based surveillance: Experience from Vietnam. Globalization and Health, 16 (1), 1–11. https://doi.org/10.1186/s12992-020-00567-2.

[9] Clara, A., Ndiaye, S. M., Joseph, B., Nzogu, M. A., Coulibaly, D., Alroy, K. A., Gourmanon, D. C., Diarrassouba, M., Toure-Adechoubou, R., Houngbedji, K. A., Attiey, H. B., & Balajee, S. A. (2020). Community-Based Surveillance in Côte d'Ivoire. Health Security, 18 (S1), S23–S33. https://doi.org/10.1089/hs.2019.0062.

[10] Cutts, F. T., Ferrari, M. J., Krause, L. K., Tatem, A. J., & Mosser, J. F. (2021). Vaccination strategies for measles control and elimination: time to strengthen local initiatives. BMC Medicine, 19 (1), 1–8. https://doi.org/10.1186/s12916-020-01843-z.

[11] David, A. A., Mobolaji, M. S., & Segun, B. (2020). Training needs assessment and preferred approach to enhancing work performance among clinical nurses in University College Hospital (UCH), Ibadan, Oyo State, South-western Nigeria. International Journal of Nursing and Midwifery, 12 (4), 130–138. https://doi.org/10.5897/ijnm2020.0434.

[12] Decorby-Watson, K., Mensah, G., Bergeron, K., Abdi, S., Rempel, B., & Manson, H. (2018). Effectiveness of capacity building interventions relevant to public health practice: A systematic review. BMC Public Health, 18 (1), 1–15. https://doi.org/10.1186/s12889-018-5591-6.

[13] Dixon MG, Ferrari M, Antoni S, et al. (2020). Progress Toward Regional Measles Elimination — Worldwide, 2000 – 2020. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2021, 70 (42), 1563–1569. http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.mm7045a1external icon.

[14] Doctors Without Borders. (2019). Management of a measles epidemic (MSF).

[15] EPI-DRC. (2015). Democratic Republic of Congo's Comprehensive EPI Pluri-Annual Plan, 2013-2015 revised.

[16] Force, T., & Eradicat, D. (2016). Weekly epidemiological record elevé épidémiologique hebdomadaire. Weekly Epidemiological Record, 6, 61–72.

[17] Internation Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. (2020). Social Mobilization Guide for Vaccination Campaign and Routine Immunization. In International Federation of Red Cross and Red Crescent (Red Cross). https://media.ifrc.org/ifrc/wp-content/uploads/sites/5/2020/01/1_SM-Guide-RC_version-1.pdf%0A http://pesquisa.bvsalud.org/bvsms/resource/pt/mis-20713.

[18] International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. (2020). Operations Update Philippines: Re-emergence of Vaccine Preventable Diseases – Measles outbreak. 4, 1–16. https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/MDRPH03212m_measles.pdf.

[19] JICA Amrids Project. (2014). Lessons learned from the community surveillance activities. December.

[20] Kagoné, M., Yé, M., Nébié, E., Sié, A., Müller, O., & Beiersmann, C. (2018). Community perception regarding childhood vaccinations and its implications for effectiveness: A qualitative study in rural Burkina Faso. BMC Public Health, 18 (1), 1–10. https://doi.org/10.1186/s12889-018-5244-9.

[21] Lehmann et al. (2007). Community Health Workers: What do we Know About Them? The State of Evidence on Programmes, Activities, Costs and Impact on Health Outcomes of Using Community Health Workers (WHO (ed.); University, Issue January).

[22] Liang, S., Deng, H., Liu, S., Wang, G., Li, L., Wang, M., Pu, J., Xing, W., Luo, X., Ehiri, J., Xiang, Y., & Li, Y. (2019). Competency building for lay health workers is an intangible force driving basic public health services in Southwest China. BMC Health Services Research, 19 (1), 1–13. https://doi.org/10.1186/s12913-019-4433-2.

[23] Matovu, J. K. B., Wanyenze, R. K., Mawemuko, S., Okui, O., Bazeyo, W., & Serwadda, D. (2013). Strengthening health workforce capacity through work-based training. BMC International Health and Human Rights, 13 (1), 1–13. https://doi.org/10.1186/1472-698X-13-8.

[24] Murray Trostle et al. (n.d.). Immunization Essentials; A Practical Field Guide. (Murray Trostle et al (ed.); USAID). Kristina Engstrom Graphic.

[25] Musoke, D., Gibson, L., Mukama, T., Khalil, Y., & Ssempebwa, J. C. (2016). Nottingham Trent University and Makerere University School of Public Health partnership: Experiences of co-learning and supporting the healthcare system in Uganda. Globalization and Health, 12 (1), 1–8. https://doi.org/10.1186/s12992-016-0148-x.

[26] Mutabaruka, E., Dochez, C., Nshimirimana, D., & Meheus, A. (2010). Evaluation of mid-level management training in immunisation in the African region. In East African journal of public health (Vol. 7, Issue 1, pp. 37–43). https://doi.org/10.4314/eajph.v7i1.64674.

[27] Naal, H., El Koussa, M., El Hamouch, M., Hneiny, L., & Saleh, S. (2020). Evaluation of global health capacity building initiatives in low-and middle-income countries: A systematic review. Journal of Global Health, 10 (2), 020412. https://doi.org/10.7189/jogh.10.020412.

[28] Naal, H., & Mendelsohn, R. (2019). Evaluating the Long-Term Impact of a Capacity Building Program for Displaced Community Health Workers in Fragile Settings in Lebanon on Women ' s Health. Research, 5, 1–26.

[29] O'Donovan, J., O'Donovan, C., Kuhn, I., Sachs, S. E., & Winters, N. (2018). Ongoing training of community health workers in low-income and middle-income countries: A systematic scoping review of the literature. BMJ Open, 8 (4). https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-021467.

[30] Patel, M. K., Goodson, J. L., & Alexander, J. P. (2020). Progress towards regional measles elimination – worldwide, 2000–2019 – Progrès accomplis dans le monde en vue de l'élimination régionale de la rougeole, 2000-2019. Weekly Epidemiological Record = Relevé Épidémiologique Hebdomadaire, 95 (46), 564–572.

[31] Perry, R. T., Murray, J. S., Gacic-dobo, M., & Dabbagh, A. (2020). Progress towards regional measles elimination – worldwide, 2000–2019 – Progrès accomplis dans le monde en vue de l'élimination régionale de la rougeole, 2000-2019. Weekly Epidemiological Record = Relevé Épidémiologique Hebdomadaire, 95 (46), 564–572.

[32] UNICEF. (2016). The UNICEF Health Systems Strengthening Approach. In New York (Health Sec). https://www.unicef.org/media/60296/file.

[33] Ward, K., Stewart, S., Wardle, M., Sodha, S. V., Tanifum, P., Ayebazibwe, N., Mayanja, R., Luzze, H., Ehlman, D. C., Conklin, L., Abbruzzese, M., & Sandhu, H. S. (2019a). Building health workforce capacity for planning and monitoring through the Strengthening Technical Assistance for routine immunization training (START) approach in Uganda. Vaccine, 37 (21), 2821–2830. https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2019.04.015.

[34] Ward, K., Stewart, S., Wardle, M., Sodha, S. V, Tanifum, P., Ayebazibwe, N., Mayanja, R., Luzze, H., Ehlman, D. C., Conklin, L., Abbruzzese, M., & Sandhu, H. S. (2019b). Building health workforce capacity for planning and monitoring through the Strengthening Technical Assistance for routine immunization training (START) approach in Uganda. Vaccine, 37 (21), 2821–2830. https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2019.04.015.

[35] WHO- Unicef. (2013). Problem-solving approach to managing immunization services (WHO (ed.); WHO-Africa).

[36] WHO-AFRO. (2015). Integrated Diseases Surveillance and Response in the African Region Community-based Surveillance (CBS) Training Manual (WHO). https://www.afro.who.int/sites/default/files/2017-06/community-based-surveillance_idsr_training-manual.pdf.

[37] WHO. (1993). The immunological basis of vaccination (WHO).

[38] WHO. (2013a). Global Vaccine Action Plan. In Vaccine (Vol. 31). https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2013.02.015.

[39] WHO. (2013b). Universal Truth: No Health Without a Workforce. In Global Health Force Alliance (WHO).

[40] WHO. (2017). Measles vaccines: WHO position paper–April 2017. Weekly Epidemiological Record= Relevé Épidémiologique Hebdomadaire, 92 (17), 205–227.

[41] WHO. (2019). Global Vaccine Action Plan. In WHO Regional Office (Vol. 31, Issue September). https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2013.02.015.

[42] World Health Organization. (2017). Reaching Every District (Red). In Regional Office for Africa.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 832-841
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Efficacité d'un biopesticide à base d'extrait de *Cymbopogon winteranus* (citronnelle) en culture de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) au Centre de la Côte d'Ivoire

[Efficacy of a biopesticide based on *Cymbopogon winteranus* (lemon grass) extract in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivation in central Côte d'Ivoire]

Gadji Alahou André Gabaze[1], Doumbouya Mohamed[2], Kouakou Malanno[3], Coulibaly Noupé Diakaria[1], Fondio Lassina[1], and ABO Kouabenan[4]

[1]Programme Cultures Maraîchères et Protéagineuses, Station de Recherche sur les Cultures Vivrières (SRCV), Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) de Bouaké, 01 PB 633 Bouaké 01, Côte d'Ivoire

[2]Département de Biologie Végétale, Unité de Formation et de Recherche des Sciences Biologiques, Université Peleforo GON COULIBALY, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire

[3]Laboratoire d'Entomologie, Station de Recherche sur le Coton (SRC), Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) de Bouaké, 01 PB 633 Bouaké 01, Côte d'Ivoire

[4]Laboratoire de Phytopathologie et de Biologie Végétale, Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INP-HB), BP 1313 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the efficacy of the biopesticide Prolaly on the improvement of productivity and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). The study was carried out in a randomized complete block design with three (03) repetitions. Treatments were carried out once a fortnight, using a sprayer, 21 days after transplanting (DAT). Vegetative growth parameters, statistically identical for all treatments at 32 DAT, were statistically different at 75 DAT. Phenological stages did not vary between treatments. The entomological data obtained revealed that the TB biological treatment was more effective in controlling whiteflies but less effective against *Helicoverpa armigera*. Furthermore, two diseases were observed in the experimental plot. They are a virus related to the spoon leaf curl virus (TYLCV) and a fungal disease related to collar rot. The incidences of virus disease on tomato plants were 80, 80 and 100% for TC, TB and T0 treatments respectively. Regarding fungal disease, the incidences were 20, 30 and 50% for TC, TB and T0 treatments, respectively. However, the highest healthy fruit rate (56.34%) was obtained with the TB treatment with a net yield (6.15 t/ha) statistically identical (p = 0.0230262) to that of the TC treatment (6.31 t/ha). Plant extract formulations would be an alternative in the biological management of diseases and insect pests of vegetable crops.

KEYWORDS: *Solanum lycopersicum*, *Cymbopogon winteranus* extract, copper oxychloride, lamda cyhalothrin, acetamiprid, Côte d'ivoire.

RESUME: Cette étude vise à évaluer l'efficacité du biopesticide Prolaly sur l'amélioration de la productivité et la qualité de la tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Le dispositif expérimental était en blocs de Fisher avec trois répétitions. Les traitements ont été effectués une fois par quinzaine, à l'aide d'un pulvérisateur, 21 jours après repiquage (JAR). Les paramètres de croissance végétative, statistiquement identiques pour tous les traitements à 32 JAR, ont été statistiquement différents à 75 JAR. Les stades phénologiques n'ont pas variés d'un traitement à l'autre. Les données entomologiques obtenues révèlent que le traitement biologique TB a été plus efficace dans le contrôle des aleurodes mais moins efficace contre *Helicoverpa armigera*. Par ailleurs, deux maladies ont été observées sur la parcelle d'expérimentation. Il s'agit d'une virose liée au virus de l'enroulement des feuilles en cuillère (TYLCV) et d'une maladie fongique liée à la pourriture du collet. Les incidences de la maladie virale sur les plants de tomate ont été de 80, 80 et 100 % respectivement pour les traitements TC, TB et T0. Concernant la maladie fongique, les incidences ont été de 20, 30 et 50 % respectivement pour les traitements TC, TB et T0. Toutefois, le taux de fruits sains le plus élevé (56,34 %) a été obtenu avec le traitement TB avec un rendement net (6,15 t/ha) statistiquement identique (p = 0,0230262) à celui du traitement TC (6,31 t/ha). Les formulations à base d'extrait végétaux constitueraient une alternative dans la gestion biologique des maladies et insectes ravageurs des cultures maraîchères.

MOTS-CLEFS: *Solanum lycopersicum*, extrait de *Cymbopogon winteranus*, oxychlorure de cuivre, lamda cyhalothrine, acétamipride, Côte d'Ivoire.

Corresponding Author: Gadji Alahou André Gabaze

1. INTRODUCTION

Parmi les produits agricoles de première nécessité, la tomate figure en bonne place. La tomate est une plante herbacée appartenant à la famille des solanacées qui compte parmi les cultures légumières les plus importantes du monde [1]. Selon le Fonds des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), elle occupe la deuxième place dans la production maraîchère après la pomme de terre. Ce légume fruit est cultivé dans plus de 170 pays. Les principaux pays producteurs sont la Chine, les Etats-Unis, l'Inde, la Turquie et l'Egypte [2]. En 2017, la production mondiale de la tomate était estimée à 183 millions de tonnes. En Côte d'Ivoire, la production annuelle était estimée à 40 000 tonnes [2] contre un besoin de 100 000 tonnes par an [3]. La production de tomate en Côte d'Ivoire occupe une frange importante de la population constituée près de 60 % de femmes et de jeunes des zones rurales et péri-urbaines [4]. La tomate représente l'une des principales sources de vitamines et d'oligo-éléments pour les populations [5]. Elle est riche en sels minéraux, vitamines et protéines. Les caroténoïdes qu'elle contient font d'elle une plante médicinale. Ces pigments sont de puissants antioxydants, en particulier, le lycopène réputé pour ses propriétés anticancéreuses et de prévention contre les maladies cardiovasculaires. Le fruit de la tomate peut être consommé frais ou cuit. Il peut également être transformé en soupe, ketchup, purée, pâte ou en poudre [6].

Malgré, les avantages que la tomate représente pour le bien-être des populations, sa culture fait face à de nombreuses contraintes biotiques qui menacent la production avec des baisses de rendement allant jusqu'à 90 % [7]. En effet, différents champignons, virus, bactéries et nématodes provoquent des maladies au niveau des feuilles, des fruits ou des racines des plants de tomates. A cela s'ajoute l'action de plusieurs insectes ravageurs qui s'attaquent aux plantes et sont à l'origine de nombreuses pertes de production. Face à ces contraintes, différentes stratégies de lutte ont été développées. Parmi ces méthodes, la lutte chimique basée sur l'usage intensif de pesticides chimiques dans les plantations s'est avérée la plus efficace [8]. Cependant, des applications importantes de pesticides ne sont pas sans conséquences car elles augmentent les risques de pollutions, de maladies, de résistances des agents pathogènes du fait de l'usage répété des mêmes molécules [9]. Face aux effets néfastes des pesticides chimiques, de nouveaux outils de lutte respectueux de l'environnement et de la santé humaine s'imposent. Au nombre de ces outils, l'usage de biopesticides à base d'extraits végétaux constitue une alternative intéressante pour la gestion agroécologique des bioagresseurs. C'est dans ce contexte que ce présent travail est réalisé à l'effet de contribuer à la protection phytosanitaire de la tomate par l'application d'un biopesticide à base d'extrait de *Cymbopogon winteranus* (citronnelle).

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. SITE DE L'ÉTUDE

L'essai a été conduit à la station de recherche sur les cultures vivrières du Centre National de Recherche Agronomique (SRCV/CNRA). Cette station de recherche est située à Bouaké au Centre de la Côte d'Ivoire à 7°46' de latitude Nord, 5°06' de longitude Ouest et 375 m d'altitude [10]. Le climat est de type tropical humide et la végétation est constituée de savane arborée. La pluviométrie enregistrée, durant la période de l'étude, de décembre 2020 à mars 2021, a varié de 58 à 98,5 mm de pluie. La température a oscillé, le jour et la nuit, entre 24,33 et 30,09 °C avec une humidité relative comprise entre 58,33 et 83,68 %, la nuit et le jour.

2.2. PESTICIDES CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE

Deux pesticides chimiques commerciaux ont été utilisés comme traitement chimique (TC). L'un est un fongicide chimique composé d'oxychlorure de cuivre à 50 % (Callicuivre 50 WP) et l'autre est un insecticide chimique composé de lamda cyhalothrine dosé à 15 g/l et d'acétamipride dosé à 20 g/l (K-Optimal EC). Quant au biopesticide commercial (Proraly 50 EC), il est constitué de 50 ml/L d'extrait de *Cymbopogon winteranus* (citronnelle). Il renferme également du Thymol, de l'Eugénol, du Citronellal et du Citronellol. Il a été utilisé comme un traitement biologique (TB).

2.3. DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL ET PRATIQUE AGRICOLE

L'essai porte sur la tomate variété Cobra 34 F1 de la gamme Technisem. Il a été conduit suivant un dispositif en blocs complets randomisés avec trois (03) répétitions. La distance entre les blocs ou répétitions est de 2 m et entre les parcelles élémentaires successives de 1 m. Chaque parcelle élémentaire fait 10 m de long et 5 m de large, soit une superficie de 50 m^2. Les plants de tomate ont été repiqués, sur chaque parcelle élémentaire, en quatre lignes à raison de 15 plants par ligne. Le facteur traitement a été étudié à trois niveaux correspondant au traitement biologique (TB), traitement chimique (TC) et traitement témoin ou parcelle non traitée (T0). Un système d'irrigation a été mis en place pour l'apport en eau de la parcelle. Ce système est constitué d'un forage fermé et une irrigation goutte à goutte en 4 lignes par parcelle élémentaire.

2.4. PRÉPARATION DES BOUILLIES ET APPLICATIONS DES TRAITEMENTS

Le biopesticide Proraly 50 EC a été utilisé à la dose de 2 %. Une quantité de 200 ml du produit commercial a été mélangé à 10 l d'eau de source. Le mélange a été effectué dans un pulvérisateur à dos de 16 litres. Quant au pesticide chimique, la bouillie a été obtenue en diluant respectivement 20 ml de K-Optimal dans 8 l d'eau de source et 75 g de la poudre mouillable du Callicuivre 50 WP dans 15 l d'eau de source. Chaque produit dilué a été agité séparément dans un pulvérisateur de 16 litres de sorte à obtenir une suspension homogène. Les bouillies obtenues ont servi pour le traitement des plants de tomate. Le traitement biologique (TB) a été fait une fois par quinzaine entre 7 h et 8 h, à l'aide d'un pulvérisateur à dos de 16 l. Quant aux traitements chimiques, ils ont été effectués une fois par quinzaine de façon alternative entre l'insecticide chimique et le fongicide chimique à la même heure.

2.5. COLLECTE DES DONNÉES

2.5.1. OBSERVATIONS AGRONOMIQUES

Les observations et mesures ont été effectuées aux différents stades de développement de la culture. Elles ont porté sur 10 plants pris au hasard suivant une diagonale, dans chaque parcelle élémentaire, selon le schéma suivant: 2 plants sur la ligne 1, 3 plants sur la ligne 2, 3 plants sur la ligne 3 et 2 plants sur la ligne 4. Les paramètres suivants ont été mesurés:

- La hauteur des plants, le diamètre au collet ainsi que le nombre, la longueur et la largeur des feuilles;
- La détermination de la durée des stades phénologiques a porté sur le délai de floraison, de fructification et de maturation. Le délai de floraison est noté lorsque 50 % des plants de la parcelle élémentaire ont fleuri. Quant à la fructification, elle est déterminée quand 50 % des plants de la parcelle élémentaire porte des fruits. Concernant le délai de maturation ou stade de première récolte, il est également déterminé quand 50 % des plants de la parcelle élémentaire porte des fruits mûrs.
- Les composantes du rendement ont été évaluées à partir des récoltes. Ainsi, à chaque récolte, le nombre et le poids des fruits sains et ceux avariés ont été déterminés. Ces valeurs ont permis de calculer les rendements potentiel et net et les taux de fruits sains et ceux avariés par parcelle élémentaire.

2.5.2. OBSERVATIONS ENTOMOLOGIQUES

Sur chaque parcelle élémentaire, l'inventaire et le suivi de l'évolution du nombre d'insectes ravageurs ont été effectués. Il s'est agi d'effectuer:

- Le comptage du nombre d'insecte piqueurs suceurs sur les 10 plants sélectionnés par parcelle élémentaire au $14^{ème}$ et $75^{ème}$ jour après repiquage (JAR);
- Le comptage du nombre de larve de lépidoptère sur les 10 plants sélectionnés par parcelle élémentaire au $14^{ème}$ et $75^{ème}$ JAR.

2.5.3. OBSERVATIONS DES MALADIES

L'enregistrement des symptômes a été réalisé chaque semaine à partir de l'apparition des premiers symptômes jusqu'au 75^{eme} jour après repiquage (JAR). Les observations ont porté également sur 10 plants choisis au hasard en diagonale suivant la technique décrite précédemment. Ainsi, l'incidence a été déterminée par le rapport du nombre de plants malades sur le nombre total de plants observés par parcelle élémentaire selon l'équation suivante:

$$\text{IM}\ (\%) = \frac{\text{NI}}{\text{NT}}\ \text{x}\ 100$$

IM (%): incidence moyenne d'une maladie
NI: nombre de plants infectés par un type de symptôme
NT: nombre total de plants observés

Quant à la sévérité des maladies, elle a été évaluée sur les mêmes plants que précédemment selon une échelle de notation des symptômes décrite par la référence [11]. Cette échelle varie de 1 à 5 avec 1: aucuns symptômes visibles), 2: faiblement attaqué; 3: moyennement attaqué; 4: très attaqué; 5: plante morte. La sévérité a été déterminée selon l'Equation suivante:

$$\text{Sévérité} = \frac{\text{Somme de scores des plants malades}}{\text{Nombre de plants observés}}$$

2.5.4. ESTIMATION DU RENDEMENT

Les rendements potentiel et net (t. ha^{-1}) ont été obtenus en pesant d'une part le nombre total de fruits et d'autre part, le nombre de fruits apparemment sains et avariés pour chaque traitement et par extrapolation à l'hectare selon les Equations suivantes:

$$\text{Rendement brut (t. ha}^{-1}) = \frac{\text{Masse de tous les fruits (kg)}}{\text{surface parcellaire en m}^2} \text{x} \frac{10000\ \text{m}^2}{1000}$$

$$\text{Rendement net (t. ha}^{-1}) = \frac{\text{Masse de tous les fruits sains (kg)}}{\text{Surface parcellaire en m}^2} \text{x} \frac{10000\ \text{m}^2}{1000}$$

2.6. ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES

Les données collectées ont été analysées avec le logiciel STATISTICA version 7.1. Des analyses de variance à un facteur (ANOVA 1) ont été effectuées pour obtenir les moyennes des différents paramètres agronomiques et sanitaires. Lorsqu'une différence significative est constatée, le test LSD Fisher au seuil de 5 % est effectué pour classer les moyennes en groupes homogènes.

3. RESULTATS

3.1. PARAMÈTRES AGRO-MORPHOLOGIQUES MESURÉS

3.1.1. HAUTEUR DES PLANTS ET DIAMÈTRE AU COLLET

Les résultats de la hauteur et du diamètre au collet des plants obtenus à 32 et à 75 jours après repiquage (JAR) sont consignés dans le tableau 1. La hauteur moyenne des plants et le diamètre moyen au collet ont varié d'un traitement à un autre. Ainsi, la hauteur moyenne des plants a été de 39,70 cm à 32 JAR et de 81,67 cm à 75 JAR, pour le traitement chimique (TC). Quant au traitement biologique (TB), la hauteur des plants a été de 40,66 et de 78,25 cm, respectivement à 32 et à 75 JAR. Concernant la parcelle témoin non traitée (T0), la hauteur moyenne des plants 32 JAR a été de 37,16 cm et de 66,73 cm à 75 JAR. Concernant le diamètre moyen au collet, les plants traités avec l'insecticide et le fongicide chimiques de référence (TC) ont présenté un diamètre moyen au collet de 0,66 cm à 32 JAR et de 1,34 cm à 75 JAR. Par contre, le diamètre moyen au collet des plants traités avec TB a été de 0,64 cm à 32 JAR et de 1,32 cm 75 à JAR. Quant aux plants non traités (T0), ils ont présenté un diamètre moyen au collet de 0,62 cm à 32 JAR et de 0,91 cm à 75 JAR. L'analyse statistique a montré qu'à 32 JAR il n'y a eu aucune différence significative ($p > 0,05$) entre les traitements aussi bien pour la hauteur des plants que pour le diamètre au collet. Cependant, à 75 JAR, une différence significative ($p < 0,05$) a été observée entre les traitements pour ces mêmes paramètres. Les traitements TB et TC statistiquement identiques ont différé du traitement T0 qui a présenté les plus petites valeurs.

Tableau 1. Hauteur et nombre de feuilles des plants à 32 et à 75 JAR

Traitements	Hauteur des plants 32 JAR (cm)	Diamètre au collet 32 JAR (cm)	Hauteur des plants 75 JAR (cm)	Diamètre au collet 75 JAR (cm)
T0	37,16±1,82a	0,62±0,35a	66,73±5,03b	0,91±0,11b
TB	40,66±5,06a	0,64±0,05a	78,25±3,33a	1,32±0,15a
TC	39,70±1,70a	0,66±0,12a	81,67±2,12a	1,34±0,10a
Moyenne	39,17±4,98	0,64±0,07	75,55±5,71	1,19±0,88
F	1,223	0,83	6,561	0,72
P	0,085	0,079	0,003	0,001

Les valeurs suivies d'une même lettre, dans une même colonne, ne présentent aucune différence significative au seuil de 5% (Test LSD de Ficher).

3.1.2. NOMBRE, LONGUEUR ET LARGEUR DES FEUILLES

Le tableau 2 donne les résultats du nombre de feuilles, la longueur et la largeur des feuilles à 32 et à 75 JAR, après traitement des plants de tomate. Des variations ont été observées aussi bien pour le nombre de feuilles, que pour la longueur et la largeur des feuilles. Concernant le nombre de feuilles à 32 et à 75 JAR, les plants traités avec TC ont présenté en moyenne 9 feuilles à 32 JAR et 33 feuilles à 75 JAR. Ce même nombre de feuille a été obtenu avec les plants traités avec TB à la même période. Quant aux plants non traités (T0), ils

ont présenté en moyenne 8 feuilles à 32 JAR et 17 feuilles à 75 JAR. Toutefois, aucune différence significative n'a été observée entre les différents traitements en ce qui concerne le nombre moyen des feuilles à 32 JAR (p = 0,533), la longueur et la largeur des feuilles à 32 JAR (p = 0,550 et p = 0,574). Contrairement au 32^{e} JAR, l'analyse statistique a montrée qu'une différence significative (p < 0,05) a été observée entre les traitements à 75 JAR. En effet, les traitements TB et TC ont donné de meilleurs résultats qui ont été statistiquement différents du traitement T0.

Tableau 2. Nombre de feuilles, longueur et largeur des feuilles à 32 et à 75 JAR

Traitements	Nombre de feuilles 32 JAR (cm)	Longueur de feuille 32 JAR (cm)	Largeur de feuille 32JAR (cm)	Nombre de Feuilles 75 JAR (cm)	Longueur de feuille 75 JAR (cm)	Largeur de feuille 75 JAR (cm)
T0	8,80±0,45a	14,20±0,51a	9,90±0,70a	17,70±2,73b	15,32±1,15b	10,14±0,70b
TB	9,80±1,70a	22,50±6,08a	14,42±3,23a	33,67±3,50a	24,81±3,73a	17,33±4,08a
TC	9,16±0,41a	21,36±1,00a	14,37±0,11a	33,86±6,34a	23,03±1,28a	16,80±1,00a
Moyenne	9,25±1,00	19,04±1,00	12,89±1,81	28,41±2,55	21,05±2,55	14,75±2,68
F	0,699	0,661	0,608	4,336	1,616	1,058
P	0,533	0,550	0,574	0,008	0,001	0,003

Les valeurs suivies d'une même lettre, dans une même colonne, ne présentent aucune différence significative au seuil de 5% (Test LSD de Ficher)

3.1.3. STADES PHÉNOLOGIQUES ÉTUDIÉS

Les résultats des délais de floraison, de fructification et de maturation sont consignés dans le tableau 3. Le délai de floraison a été 32 jours en moyenne pour tous les traitements. En ce qui concerne le délai de fructification, il a été en moyenne de 51, 52 et 53 JAR respectivement pour les plants traités avec TC, les plants non traités (T0) et les plants traités avec TB. S'agissant du délai de maturation, il a fluctué de 69 à 75 JAR. L'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative (p > 0,05) entre l'effet induit par les traitements sur la phénologie de la variété cobra 34 F1 de tomate étudiée.

Tableau 3. Délais de floraison, de fructification et de maturation

Traitements	Délai de Floraison	Délai de fructification	Délai de Maturation
T0	32,66±1,15**a**	52±4,58**a**	75±3,51**a**
TB	32,66±2,08**a**	53±5,19**a**	72±1,05**a**
TC	32,33±0,57**a**	51±3,46**a**	69±4,93**a**
F	1,223	0,83	6,561
P	0,358	0,479	0,070

Les valeurs suivies d'une même lettre, dans une même colonne, ne présentent aucune différence significative au seuil de 5% (Test LSD de Ficher)

3.2. ETAT SANITAIRE

3.2.1. DONNÉES ENTOMOLOGIQUES

La figure 1 présente les courbes d'évolution du nombre moyen des aleurodes, des larves de *Hélicoverpa* armigera et de *Spodoptera littoralis* par feuille en fonction des traitements du 14ème au 75ème jour apres repiquage (JAR). Le traitement TB et le traitement TC ont réduit les populations d'aleurodes sur les feuilles avec des niveaux respectifs de 15 et de 17 individus contrairement au traitement T0 où la population était en moyenne de 32 individus à 75 JAR. Les effets induits par le traitement biologique à base d'extrait de *Cymbopogon winteranus* et le traitement chimique à base de lamda cyhalothrine et d'acétamipride ont été statistiquement identiques (p > 0,05) dans la gestion des aleurodes (Figure 1A). Quant aux larves de *Helicoverpa armigera*, le traitement chimique a réduit leur évolution sur les plants de tomate à 3 individus (Figure 1B). Ce traitement a été plus efficace sur les larves d'*Helicoverpa armigera* que le traitement biologique. Concernant les larves de *Spodoptera littoralis*, leur évolution a été limitée au plus à 4 individus par plant en utilisant les traitements TB et TC contrairement aux plants non traités (T0) où le nombre moyen d'individus était à 8 par feuille au 75ème JAR (Figure 1C).

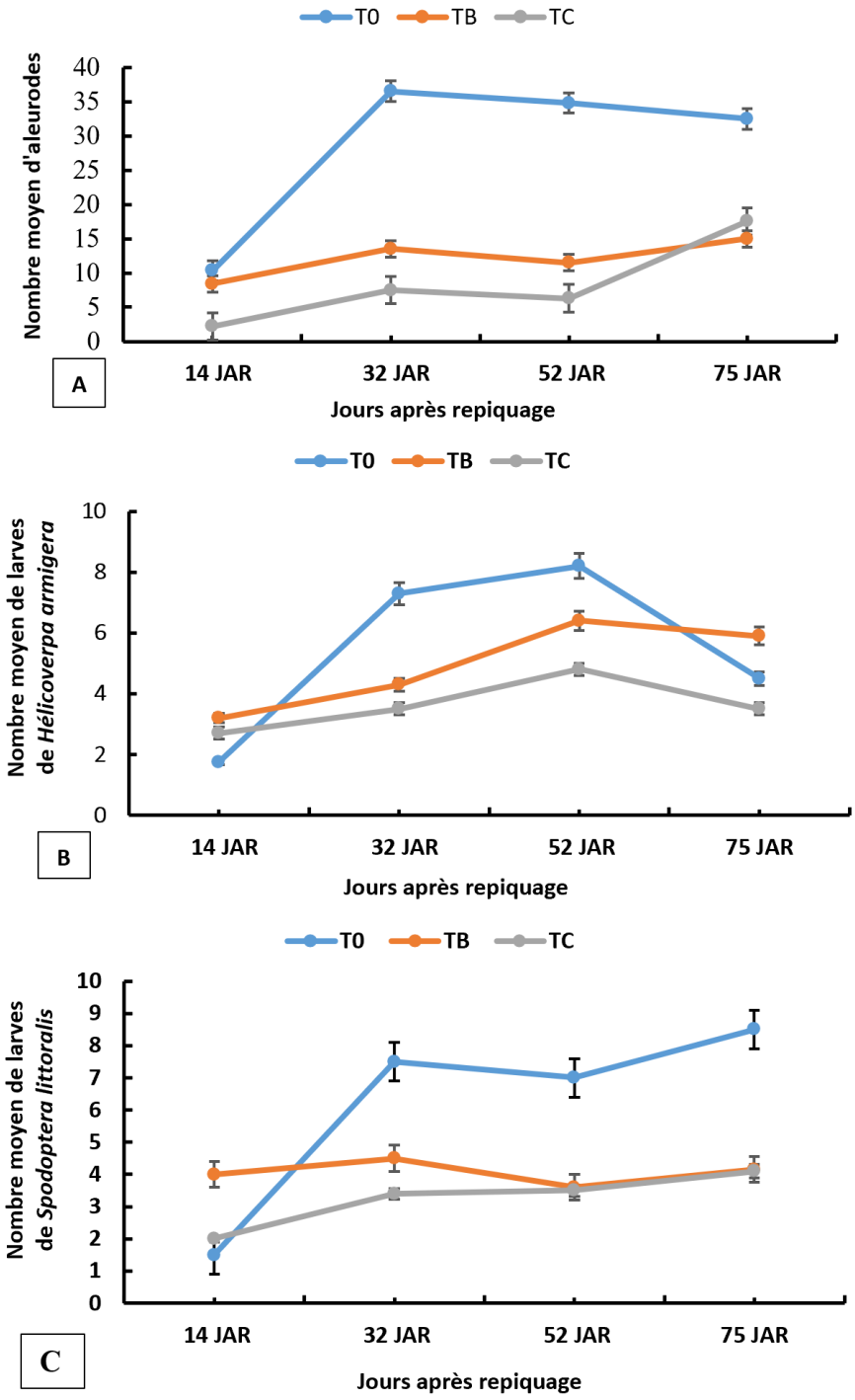


Fig. 1. ***Courbe d'évolution du nombre moyen d'aleurodes (A), de larves de helicoverpa armigera (B) et de spodoptera littoralis (C) Par feuille en fonction des périodes d'observation***

3.2.2. DONNÉES PHYTOPATHOLOGIQUES

3.2.2.1. INCIDENCES DES MALADIES

La figure 2 présente les courbes d'évolution de l'incidence moyenne des maladies depuis l'apparition des premiers symptômes au 26ème JAR jusqu'au 68ème JAR. La variabilité de l'incidence des maladies est liée aux différents traitements appliqués. Pour les parcelles non traitées (traitement T0), les plants observés ont été tous attaqués au 40ème JAR par le virus de l'enroulement des feuilles en cuillère (Figure 2A). Les incidences enregistrées avec les traitements TB et TC ont été identiques (60 et 80 %) à partir du 40ème JAR jusqu'au dernier jour des observations. Concernant la maladie fongique, l'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative ($p \geq 0{,}153202$) entre les effets induits par les traitements T0, TB et TC sur l'incidence depuis l'apparition des premiers symptômes au 68ème JAR (Figure 2B).

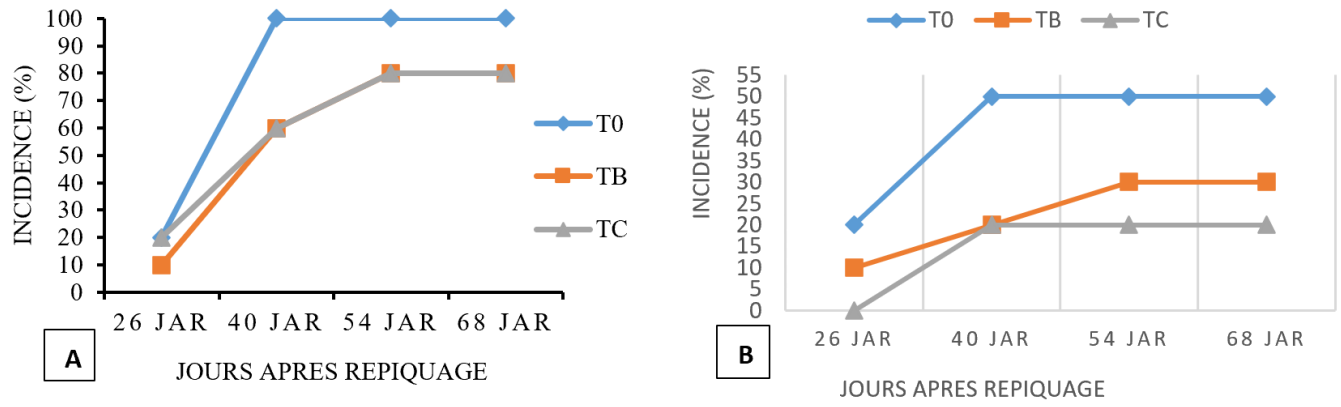


Fig. 2. ***Courbes d'évolution de l'incidence moyenne des maladies virale (A) et fongique (B)***

3.2.2.2. SÉVÉRITÉ DES MALADIES

La figure 3 présente les courbes d'évolution des sévérités des maladies virale et fongique. La variation des sévérités a été fonction des traitements. Les résultats obtenus montrent une augmentation rapide de la sévérité de la virose chez les plants non traité (T0) pour atteindre la note de 3,9 au 68ème JAR (Figure 3A). Par contre chez les plants traités avec TB et TC, cette sévérité a aussi évolué en passant de 1,2 le 26ème JAR à 2,8 le 68ème JAR. Toutefois, l'analyse statistique n'a indiqué aucune différence significative ($p = 1$) entre l'effet induit par ces deux traitements sur les symptômes de la virose. Quant à la sévérité de la maladie fongique, elle a été statistiquement identique ($p \geq 0{,}468768$) pour tous les plants traités avec les traitements TB et TC depuis l'observation des premiers symptômes au 68ème JAR (Figure B).

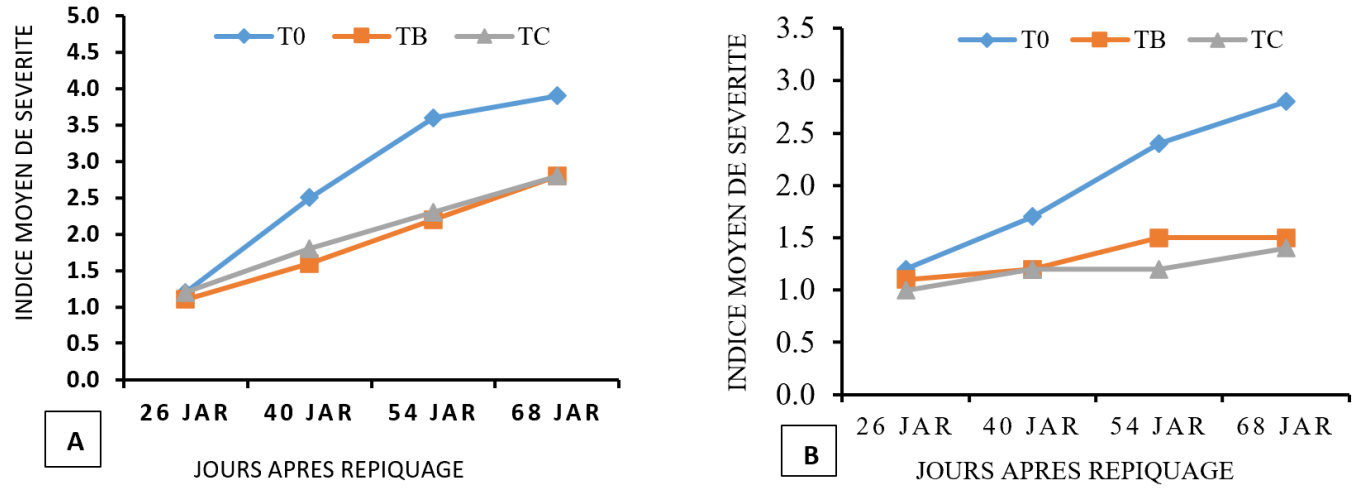


Fig. 3. ***Courbes d'évolution de l'indice moyen de sévérité des maladies virale (A) et fongique (B)***

3.3. ESTIMATION DU RENDEMENT

3.3.1. TAUX DES FRUITS SAINS ET AVARIÉS

Les résultats obtenus et illustrés au tableau 4 ont montré des variations aussi bien pour le taux des fruits sains que pour le taux des fruits avariés. Concernant le taux de fruits sains, les traitements TB et TC ont enregistré les plus grandes valeurs qui sont respectivement de 56,34 % et de 53,1 %. Quant au traitement T0, il a enregistré la plus petite valeur qui est de 29,78 %. Les traitements TB et TC ont été statistiquement différents ($p = 0{,}000027$). Pour le taux des fruits avariés, le traitement T0 a enregistré la plus grande valeur qui est de 70,72 %. Quant au traitement TB et TC, ils ont enregistré les plus petites valeurs qui sont respectivement de 43,66 et de 46,9 %. L'analyse des variances à montrer qu'il y a une différence significative ($p < 0{,}05$) entre les traitements aussi bien pour le taux des fruits sains que pour le taux de fruits avariés. Les traitements TB et TC ayant obtenus les meilleurs résultats ont différé significativement du traitement T0.

3.3.2. RENDEMENT BRUT ET NET

Les rendements bruts et nets obtenus sont consignés dans le tableau 4. D'un traitement à un autre, des variations sont observés aussi bien pour le rendement brut que pour le rendement net. Les meilleurs rendements ont été obtenus sur les parcelles traitées avec le produit biologique (TB) et le produit chimique (TC). Concernant le rendement brut, le traitement chimique TC a obtenu un total de 8,24 t/ha, le traitement TB a enregistré 7,88 t/ha et le traitement T0 a donné 4,88 t/ha. Pour ce qui concerne le rendement net, le traitement TC a enregistré 6,31 t/ha. Le traitement TB a enregistré un rendement net de 6,15 t/ha. Quant au traitement T0, il a présenté 2,10 t/ha. L'analyse des variances à montrer qu'il y a une différence significative ($p < 0,05$) entre les traitements pour les rendements bruts et nets. Les traitements TB et TC ont été statistiquement identiques ($p = 0,230262$) mais différents du traitement T0.

Tableau 4. Taux de fruits sains et avariés, rendement brut et net

Traitement	Taux de fruits Sains (%)	Taux de fruits Avariés (%)	Rendement brut (t/ha)	Rendement net (t/ha)
T0	29,78 ±1,62**a**	70,72 ± 1,49**a**	4,88 ± 0,43**a**	2,1 ± 0,16**a**
TB	56,34 ±0,43**b**	43,66 ± 0,43**b**	7,88 ± 0,19**b**	6,15 ± 0,31**b**
TC	53,1 ± 1,83**c**	46,9 ± 1,83**c**	8,24 ± 0,26**c**	6,31 ± 0,37**b**
F	1017,02	1132,90	355,0	549,438
P	0,001	0,001	0,001	0,001

Les valeurs suivies d'une même lettre, dans une même colonne, ne présentent aucune différence significative au seuil de 5% (Test de LSD Ficher)

T0: Témoin non traité
TB: Traitement biologique avec le biopesticide Prolaly
TC: Traitement chimique avec le Callicuivre et le K-optimal

4. DISCUSSION

L'analyse de variances a montré que les paramètres agro-morphologiques que sont la hauteur, le nombre de feuilles, la longueur et la largeur des feuilles n'ont présentés aucune différence significative ($p > 0,05$) aux niveaux des différents traitements à 32 JAR. Cependant, pour ces mêmes paramètres, les traitements TB et TC ont présenté des résultats statistiquement différents de ceux obtenus avec le traitement T0 à 75 JAR. Cette différence significative pourrait s'expliquer par un retard de croissance des plants non traités lié à la maladie virale qui a présenté une incidence de 100 % au niveau du traitement T0. Des travaux ont ainsi montré qu'après transmission, le virus est localisé le plus souvent dans les tissus de la plante et perturbe sa croissance [12]. La plante prend alors un aspect buissonnant, les folioles s'enroulent, jaunissent et leur taille est réduite.

La détermination des stades phénologiques a permis de noter qu'il n'y a eu aucune différence significative entre les traitements étudiés. Les stades phénologiques ont évolué indépendamment des traitements appliqués. Il se pourrait que chez la tomate, ces paramètres ne soient pas influençables par des facteurs extérieurs tels que les traitements observés et les maladies. Ces résultats corroborent ceux des références [13] et [14], qui ont montré que chez certaines variétés de piment et de tomate, les paramètres phénologiques à savoir le délai de 50 % de floraison et le délai de production sont invariables malgré les effets de différents facteurs extérieurs.

Le suivi de l'évolution des insectes ravageurs a montré que contrairement aux traitements TC et TB, le nombre d'insectes ravageurs et plus particulièrement d'aleurode, d'*Helicoverpa armigera* et de *Spodoptera litoralis* a été plus élevé sur les parcelles non traitées. Cela pourrait s'expliquer par l'action protectrice exercée par les traitements effectués. Ces résultats confirment les travaux de la référence [15] qui a montré l'efficacité des extraits de plantes et des traitements chimiques sur les chenilles ravageuses du gombo.

Des différences d'incidences ont été observées entre les traitements T0, TB et TC aussi bien pour la maladie virale que pour la maladie fongique. Ces différences d'incidence entre les traitements pourraient s'expliquer d'une part par l'action du biopesticide et du traitement chimique qui ont contribué significativement à réduire indirectement l'incidence de la maladie virale sur les parcelles traitées en réduisant le nombre moyen d'aleurodes par feuille. Ces résultats confirment ceux de la référence [16] qui a mis en évidence l'effet biocide de l'huile essentielle des espèces *Ocimum gratissimum* et *O. basilicum* (Lamiaceae) sur des pucerons et lépidoptères des cultures maraîchères. Concernant la pourriture du collet, la faible incidence de la maladie fongique sur les parcelles traitées s'explique aussi par l'action des traitements appliqués qui ont inhibé l'impact des agents fongiques.

Relativement à la qualité de la production, le résultat obtenu montre une différence significative entre le taux de fruits avariés d'un traitement à un autre. Le taux de fruits avariés était plus élevé au niveau des plants non traités (70 %). Ce pourcentage élevé de fruits avariés serait dû aux dégâts causés par les ravageurs et maladies de la tomate. Ainsi, la majorité des avaries de fruits en culture de tomate seraient dû à l'effet des maladies et ravageurs [17]. Aussi, les dégâts liés au virus de l'enroulement des feuilles en cuillère peuvent être de 50 à 70 % si l'attaque est tardive [18]. Les récoltes sont presque nulles lorsque le virus est transmis avant la floraison [19].

La différence significative observée entre les traitements en ce qui concerne le rendement brut et le rendement net montre que les traitements biologique (TB) et chimique (TC) ont obtenu les meilleurs rendements nets par rapport au traitement T0. Ces rendements sont respectivement de 6,15t/ha et de 6, 31t/ha. Ces traitements ont amélioré la productivité de la tomate au cours de cette expérimentation. Cette amélioration pourrait s'expliquer par l'efficacité de l'extrait d'huile végétale à base de citronnelle et le traitement chimique à lutter contre les ravageurs et maladies.

5. CONCLUSION

Au terme de cette étude, il convient d'abord de noter que les plants traités avec le produit biologique ont présenté une bonne croissance durant la période de l'expérimentation. Les résultats obtenus ont montré que contrairement aux plants non traités, les plants de tomates traités avec cet extrait d'huile végétal ont eu un développement et une croissance similaire du point de vue statistique avec les plants des parcelles ayant reçu des applications de pesticides chimiques. Ensuite, il faut aussi relever que le traitement biologique a permis de limiter le nombre moyen d'insectes ravageurs par plant et aussi l'incidence des maladies. En effet, le biopesticide utilisé a permis de réduire les populations d'aleurodes, de larves de *Spodoptera littoralis* et d'*Helicoverpa armigera* sur les feuilles et limiter la sévérité des symptômes à 1,4 et 2,8 % respectivement pour les maladies fongique et virale. Enfin, les résultats ont montré que les parcelles traitées avec le biopesticide ont présenté le taux de fruits sains le plus élevé (56,34%) et un rendement de 6,15t/ha statistiquement identique à celui du traitement chimique qui est de 6,31 t/ha. Cette étude ouvre ainsi la voie pour la gestion écologique des maladies et des insectes ravageurs des cultures maraîchères en Côte d'Ivoire par l'usage des extraits de plantes.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements à l'endroit des autorités du Centre National de Recherche Agronomique (CNRA); notamment celles de la Station de Recherche sur les Cultures Vivrières à Bouaké pour avoir mis à notre disposition des parcelles pour la mise en place de l'expérimentation. Nos remerciements également à M. KANATE Issouf, Technicien Supérieur et M. KOUASSI Kouakou, Ouvrier spécialisé, tous deux au Programme Cultures Maraîchères et Protéagineuses de la Station de Recherche sur les Cultures Vivrières et M. DANHI Mahé Ives-Frégis, stagiaire à ladite station, pour la mise en place de l'essai.

REFERENCES

[1] N. Shankara, v L. J. Joep, G. Marja, H. Martin et v D. Barbara, "La culture de la tomate production, transformation et commercialisation", Agromisa, Agrodok 17, pp. 19-107, 2005.

[2] FAO. "Fruits et légumes – éléments essentiels de ton alimentation. Année internationale des fruits et des légumes", Note d'information. Rome, https://doi.org/10.4060/cb2395fr, 94 p. 2021.

[3] S. Soro, M. Doumbia, D. Dao, A. Tschannen et O. Girardin, "Performance de six cultivars de tomate Lycopersicon esculentum Mill. contre la jaunisse en cuillère des feuilles, le flétrissement bactérien et les nématodes à galles", Sciences & Nature, vol.4, no.2, pp. 123-130, 2007.

[4] FIRCA, "Contribution du FIRCA à la mise en œuvre des programmes de la Filière Légumes" [En ligne] https://firca.ci/pdfa-2/legumes/, (Page consulté le 10/10/2020).

[5] A. Sangaré, E. Koffi, F. Akamou et C. A. Fall, "État des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture: Second rapport national", 65 p., 2009.

[6] N. Ranc, "Analyse du polymorphisme moléculaire de gènes de composantes de la qualité des fruits dans les ressources génétiques sauvages et cultivées de tomate; recherche d'associations gènes/QTL". Thèse de Doctorat Montpellier (France), pp 20-24, 2010.

[7] CORAF, "Innover pour la croissance et le développement inclusif dans l'agriculture régionale", Rapport annuel du CORAF/WECARD, 66 p., 2015.

[8] G. Soro, S. A. Wahabi, O. A. Adjiri, N. Soro, "Risques sanitaires et environnementaux liés à l'usage des produits phytosanitaires dans l'horticulture à Azaguié (Sud Côte d'Ivoire)", Journal of Applied Biosciences, vol. 138, pp. 14072-14081, 2019.

[9] G. Soro, N.M. Koffi, B. Kone, Y.E. Kouakou, K.R. M'bra, P.D. Soro et N. Soro, "Utilisation des produits phytosanitaires dans le maraîchage autour du barrage d'alimentation en eau potable de la ville de Korhogo (nord de la Cote d'Ivoire: risques pour la santé publique", Environnement, Risques & Santé, vol. 17, no 2, pp.155-163, 2018.

[10] J.C. N'Zi, C. Kouame, A. S. P. N'guatta, L. Fondio, A.H. Djidji et A. Sangare, "Evolution des populations de Bemisia tabaci Genn. Selon les variétés de tomate (Solanum lycopersicum L.) au Centre de la Côte d'Ivoire", Sciences & Nature, vol.7, no 1, pp. 31-40, 2010.

[11] B. Coupat-Goutaland, D. Bernillon, A. Guidot, P. Prior, X. Nesme et F. Bertolla, "Ralstonia solanacearum virulence increased following large interstrain gene transfers by natural transformation", Molecular Plant-Microbe Interactions, vol. 24, no 4, pp 497-505, 2011.

[12] E. Moriones et J. Navas-Castillo, "Tomato yellow leaf curl virus, an emerging virus complex causing epidemics worldwide", Virus Research, vol. 71, no 1-2, pp.123-134, 2000.

[13] S. Ben Mansour-Gueddes, N. Tarchoun, JM. Teixeira da Silva et S. Saguem, "Agronomic and chemical evaluation of seven hot pepper (Capsicum annuum L.) populations grown in an open field". Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology, vol. 4, pp. 93-97, 2010.

[14] L. Fondio, J.C. N'zi et K. Kobenan, "Comportement agronomique et sanitaire de nouvelles lignées de piment dans le Sud de la Côte d'Ivoire", Journal of Applied Biosciences, vol. 92, pp. 8594-8609, 2015.

[15] J. A. GNAGO, M. DANHO, T. ATCHAM AGNEROH, I. K. FOFANA et A. G. KOHOU, "Efficacité des extraits de neem (Azadiracta indica) et de papayer (Carica papaya) dans la lutte contre les insectes ravageurs du gombo (Abelmoschus esculentus) et du chou en Côte d'Ivoire", International Journal of Biological and Chemical Sciences, vol. 4, no 4, pp. 953-966, 2010.

[16] B. B. YAROU, "Bioefficacité d'Ocimum spp. (Lamiaceae) pour une gestion intégrée des ravageurs en cultures maraîchères", Thèse de Doctorat, Université de Liège - Gembloux Agro-Bio Tech, Belgique, 141 p., 2018.

[17] L. FONDIO, H. A. DJIDJI, F. P. M. N'GBESSO et D. KONE, "Evaluation de neuf variétés de tomate (Solanum Lycopersicum L.) par rapport au flétrissement bactérien et à la productivité dans le Sud de la Côte d'Ivoire", International Journal of Biological and Chemical Sciences, vol. 7, no 3, pp. 1078-1086, 2013.

[18] H. Laterrot, "Sélection en réseau pour la création de tomates résistantes au virus de tomato yellow leaf curl (TYLCV)", Fruits, vol. 50, no 6, pp. 478-480, 1995.

[19] M. C. Rebolledo, "Identification de la gestion du problème Bemisia/TYLCV en Catalogne Espagnole: Travail exploratoire", Master Sciences et Technologies du Vivant, AgroParisTech. France, 24 p., 2007.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 842-850
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Gestion de classe en contexte du COVID-19: Quelles sont les perceptions des enseignants des sciences du secondaire au Bénin ?

[Classroom management in the context of the COVID-19: What are Benin secondary schools sciences teachers' perceptions ?]

Raphael Razacki Kelani

Ecole Normale Supérieure de Natitingou, Université Nationale des Sciences, Technologies, Ingénierie et Mathématiques, 01 BP 9279 Porto-Novo, Benin

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The COVID-19 pandemic has caused the loss of several human lives and the global transformation of education systems throughout the world. It resulted to the fast transition of face-to-face teaching to distance education, especially in the developed countries, to prevent the dissemination of the pandemic among the students. However, because of the requirements and challenges of the online classes, the face-to-face courses had been restored with several restrictions. The objective of this research is to explore the perceptions of secondary school science teachers regarding the classroom management after the period of the confinement. The qualitative data have been received through individual and focus group interviews with six professors certified (mathematics, physics, chemistry and technology and life and earth sciences) and three of their pedagogical counselors. Regarding the barrier measures and other imposed restrictions, the results have pointed up the difficulties of the classroom management relating to the factors such as: classroom climate, communication, cooperation, physical organization of the class, conduct of practical work, management of behaviors and discipline and reduction of the feeling personal and professional efficacy. Concerning the convenient pedagogical practices that can help them to teach better, participants requested the implementation of professional development programs, related to the differentiated pedagogy and offered suggestions toward secondary school decision makers.

KEYWORDS: COVID-19, classroom management, secondary school teaching, perception, Republic of Benin.

RESUME: La pandémie du COVID-19 a causé la perte de plusieurs vies humaines et la transformation globale des systèmes éducatifs à travers le monde. Ceci a résulté à la rapide transition des cours présentiels à l'éducation à distance, surtout dans les pays développés, pour empêcher la dissémination de la pandémie parmi les apprenants. Cependant, à cause des exigences et défis de ces cours à distance, des cours présentiels ont été restaurés avec plusieurs restrictions. L'objectif de cette étude est d'explorer les perceptions des enseignants des sciences de l'enseignement secondaire vis-à-vis de la gestion de classe (GC), à la reprise des cours en présentiel, juste après le confinement. Les données qualitatives ont été obtenues à travers des interviews individuelles et de focus groups avec six professeurs certifiés des sciences (mathématiques, physique, chimie et technologie et sciences de la vie et de la terre) et trois de leurs conseillers pédagogiques. Au regard des mesures barrières et autres restrictions imposées, les résultats ont mis en exergue des difficultés de GC relatives à des facteurs qui ont pour nom: climat de classe, communication, coopération, organisation physique de la classe, conduite des travaux pratiques, gestion des comportements et de la discipline et diminution du sentiment d'efficacité personnelle et professionnelle. Comme pratiques pédagogiques conséquentes pouvant les aider à mieux enseigner, les participants ont sollicité le développement des programmes de développement professionnel, relatifs à la pédagogie différenciée et ont fait des recommandations à l'endroit des autorités administratives de l'enseignement.

MOTS-CLEFS: COVID-19, gestion de classe, enseignement secondaire, perceptions, République du Bénin.

Corresponding Author: Raphael Razacki Kelani

1 INTRODUCTION

L'Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture [1] a reconnu que le déclenchement de la pandémie du COVID-19 a impacté les systèmes éducatifs des pays développés aussi bien que ceux des pays en voie de développement à travers le monde. Les écoles primaires, les collèges d'enseignement secondaire et les universités ont été fermés dans le but de contrôler la dissémination du coronavirus. L'UNESCO affirme que 87 % (soit 1,5 milliard d'apprenants) de la population mondiale des apprenants a été affecté par la fermeture des écoles.

En Afrique, en particulier dans la région du Sahel, les fermetures d'écoles décidées au niveau national en raison de la COVID-19 ont eu lieu alors que beaucoup d'écoles étaient déjà fermées depuis plusieurs mois en raison de la forte insécurité, de grèves ou d'aléas climatiques. La COVID-19 vient aggraver la situation de l'éducation en Afrique subsaharienne qui, avant la pandémie, abritait 47 % des 258 millions d'enfants non scolarisés dans le monde (30 % en raison de conflits et de situations d'urgence) [2].

La fermeture des écoles a causé d'énormes difficultés aux apprenants, enseignants et aux parents. L'apprentissage en ligne ou encore le e-learning a été la solution toute trouvée par les gouvernants pour amoindrir les effets de cette crise éducationnelle. En effet, dans les pays les plus développés économiquement, l'éducation a subi d'importantes transformations, avec l'essor de l'apprentissage en ligne, dans lequel l'enseignement se fait à distance et par le biais de plateformes numériques [3]. Contrairement à la croyance générale, l'éducation à distance n'est pas un très nouveau modèle d'éducation. L'émergence de l'introduction de cette forme d'éducation date approximativement de 300 ans en arrière [4]. L'une des premières applications connues est en rapport avec les leçons hebdomadaires délivrées aux Etats-Unis, par courrier. Des années durant, des pays tels que l'Angleterre, la Suisse et l'Australie ont fourni cette forme d'éducation avec différents outils (courrier, radio, télévision, etc.) due au fait que la population était géographiquement dispersée et éparse [5]. Cependant, cette stratégie pédagogique d'utilisation de la technologie éducationnelle n'est pas donnée aux pays en voie de développement. Car la plupart des parents dans ces pays sont analphabètes et puis il y a un manque d'infrastructures nécessaires de Technologies d'Information et de Communication (TIC), d'ordinateurs, de radios, et de télévisions pour fournir cet enseignement en ligne [6]. L'accès aux ordinateurs et à l'Internet étant la base d'un enseignement à distance de qualité.

Plusieurs avantages de cette éducation à distance ont été soulignés par certains chercheurs ([7], [8], [9]). Cependant, le manque de ressources infrastructurelles et humaines même dans les pays dits développés, la non préparation des enseignants, le manque d'interaction avec l'enseignant, le temps de réponse, la socialisation, la collaboration entre les apprenants sont, entre autres, des inconvénients relevés par des chercheurs ([5], [10], [11]). Certains autres chercheurs ont même appelé à la reprise des cours présentiels dès la fin du confinement en faisant l'apologie de ces cours qui se font face à face. La référence [12] renseigne que la présence physique de l'enseignant et de l'apprenant dans le même espace, la salle de classe, de même que la communication qui s'établie entre eux, sont indubitablement considérées, à travers le temps, comme une condition préalable, pour un enseignement de qualité et le résultat de l'apprentissage qualitatif. Un enseignant comme tout autre éducateur participant à une procédure classique ou traditionnelle d'enseignement a toujours été aux côtés de l'apprenant avec sa présence physique. Par conséquent, il a les compétences, entre autres, d'être capable de (1) répondre aux questions de chaque apprenant; (2) s'impliquer immédiatement dès qu'un apprenant a besoin d'aide; (3) s'impliquer immédiatement dès qu'un problème comportemental se produit; (4) prodiguer des conseils, guidances, motivations et pour encourager et récompenser l'apprenant si nécessaire [13].

En République du Bénin, dans le cadre de l'évaluation des mesures de riposte à la pandémie du COVID-19, le Conseil des Ministres du 8 avril 2020 (N° 13/2020/PR/SGG/CM/OJ/ORD), réuni par visioconférence, a procédé à la revue du calendrier scolaire en vue de la validation de l'année scolaire et académique en cours, dans le contexte sanitaire du moment. Ainsi, a-t-il été décidé de la prorogation des congés du deuxième trimestre en cours, devant prendre fin le mercredi 22 avril 2020, jusqu'au dimanche 10 mai 2020. A la veille de la reprise des classes et plus précisément le 08 mai 2020, le Ministre des Enseignements Secondaire, Technique et de la Formation Professionnelle (MESTFP), par message N° 627/MESTFP/DC/SGM/SA, a donné à l'attention des Inspecteurs pédagogiques délégués et des Chefs d'établissements publics et privés, en plus des gestes barrières déjà observés jusqu'à présent, des directives de lutte contre la propagation de la pandémie de COVID-19 à la réouverture des classes. Ces directives consistaient essentiellement en la pratique des mesures incluses dans un guide des usagers de l'école et d'une fiche de bonnes pratiques pour les apprentissages. Parmi les directives transversales pour les disciplines et les classes, on peut lire ces instructions relatives à la gestion de classe (GC) à l'endroit des enseignants:

- Privilégier les stratégies de travail individuel;
- Eviter d'envoyer les apprenants au tableau;
- Eviter de circuler dans la classe
- Supprimer pour la période, le travail en groupe et privilégier le travail individuel et la plénière;

- Abaisser les masques pour parler aux apprenants;
- Faire maintenir les masques des apprenants pendant leurs interventions;
- Systématiser la manipulation individuelle des matériels de travail.

En outre, dans le guide des usagers de l'école et dans la section relative à l'hygiène à observer à l'école, il est instamment conseiller d'éviter au maximum le partage d'objets (crayons, jouets, cahiers, vaisselle, ustensiles, etc.) entre les personnes.

Cette étude est opportune pour plusieurs raisons. D'abord, lorsque nous consultons la littérature appropriée, il est observé qu'il y a beaucoup d'études qui analysent les effets de la pandémie du COVID-19 sur la santé et l'économie; cependant, on note que les études dans le champ de l'éducation sont très limitées [14]. Ensuite, cette étude est conduite pour documenter la façon dont les classes sont préparées, conduites, et évaluées juste à la reprise des classes en République du Bénin. En d'autres termes, nous voulons savoir comment les enseignants perçoivent de la façon dont les salles de classe sont gérées après le confinement. D'après la référence [15], le concept de gestion de classe (GC), intrinsèquement lié à celui de l'enseignement, a évolué, entre autres, au rythme des nouveaux objectifs fixés à l'école, des défis qu'elle doit relever pour les atteindre et de l'émergence continue de nouvelles connaissances relatives à l'apprentissage. La GC est une expression utilisée pour décrire les procédés qu'un enseignant instaure et régule le comportement en classe et les attentes académiques afin de créer un environnement favorable à l'apprentissage et aux interactions entre les apprenants [16]. Des recherches antérieures ([17], [18]) ont trouvé qu'une forte GC conduit à un engagement accru et une motivation pour l'apprentissage, suivi d'une réussite académique plus grande des apprenants [19].

L'objectif de cette recherche est d'investiguer les perceptions des enseignants de sciences vis-à-vis à la gestion de classe à la reprise après le confinement pour ralentir la propagation du COVID-19.

Deux questions ont guidé la collecte des données de cette recherche

- Quelles sont les perceptions des enseignants de sciences vis-à-vis de leur gestion de classe dès la reprise après le confinement pour ralentir la propagation du COVID-19 ?
- Quelles sont les dispositions pédagogiques et matérielles proposées pour aider effectivement les apprenants dans cette conjoncture de la COVID-19 ?

2 MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

2.1 CONCEPTION DE LA RECHERCHE

Pour la collecte des données, la méthode de recherche qualitative exploratrice et descriptive a été privilégiée. L'objectif d'une recherche qualitative est le développement de concepts qui nous aident à comprendre des phénomènes sociaux se passant dans des cadres naturels (plutôt qu'expérimental), mettant en exergue les intentions, expériences, et points de vues de tous les participants [20]. Dans cette recherche, en plus d'être exploratrice et descriptive, la démarche est phénoménologique. Une étude phénoménologique est l'unification des expériences vécues concernant un phénomène ou un concept autour d'un sens commun [21]. La phénoménologie explore les voies qualitativement différentes par lesquelles les gens comprennent potentiellement certains phénomènes ou un aspect du monde autour d'eux [22].

2.2 PARTICIPANTS À L'ETUDE

Les participants à cette étude sont tous les enseignants du secondaire. Cependant, nous avons sélectionné trois enseignants du second cycle, Professeurs Certifiés par discipline scientifique et un Conseiller Pédagogique (CP) dans la ville de Natitingou, siège de l'Ecole Normale Supérieure (ENS) où le chercheur enseigne. Les matières scientifiques privilégiées sont les Mathématiques Informatique, la Physique, chimie et Technologie (PCT) et les Sciences de la Vie et de la Terre (SVT).

Tableau 1. Etat synoptique des participants à l'étude

Corps des enseignants	MI	PCT	SVT	Total
Professeur Certifié	3	3	3	9
Conseiller Pédagogique	1	1	1	3
Total	4	4	4	12

MI = Mathématiques Informatique; PCT = Physique, chimie, Technologie; SVT = Sciences de la Vie et de la Terre

Le CP est d'abord un enseignant, Professeur Certifié expérimenté, nommé par le Ministre de l'enseignement Secondaire. Il assure l'accompagnement de ses pairs enseignants et des équipes pédagogiques dans la mise en œuvre des programmes d'études. Il assiste les inspecteurs pédagogiques en organisant des visites de classes et des animations pédagogiques d'établissement et de zones. Il aide aussi les enseignants à identifier les besoins des apprenants et à construire des réponses pédagogiques appropriées. Tous ces douze enseignants participants à l'étude sélectionnés ont tous une ancienneté de plus de douze ans.

2.3 Outils Et Collecte De Données

Les participants ont été soumis individuellement ou par focus groups par discipline à des interviews semi-structurées, pour la collecte des données. L'avantage fondamental d'une interview est qu'elle se focalise sur les sens profonds en admettant qu'ils guident les actes [23]. Ces interviews, de durée 50 à 60 minutes chacune, ont été enregistrées sur des supports digitaux. Les questions posées aux participants sont relatives aux questions de recherche, à savoir: (1) Pouvez-vous nous décrire le climat qui prévaut dans vos salles de classe à la reprise des classes après le confinement ? (2) Selon vous, quelles sont les caractéristiques d'un bon climat de classe ? (3) Qu'est-ce qui a changé fondamentalement dans la conduite de votre classe au lendemain de la reprise de classe après le confinement ? Quelles propositions faites-vous en termes de démarches pédagogiques pour aider effectivement les apprenants à acquérir les savoirs dans cette conjoncture de la COVID-19 ?

2.4 Analyse Des Données

Selon la référence [24], dans les recherches qualitatives, l'analyse des données consiste à coder, à faire ressortir des catégories et à rechercher des modèles et les synthétiser. Par conséquent, une analyse de contenu a été réalisée. Pour ce faire, tous les interviews enregistrées ont été d'abord transcrits verbatim pour l'analyse phénoménologique en utilisant un programme informatisé de traitement de texte; puis la mise en exergue des déclarations importantes et significatives des sujets participant à l'étude a été faite pour comprendre leurs perceptions vis-à-vis de la gestion de classe en temps du COVID-19. Ensuite, en tenant compte des questions de recherche, chaque transcription a été codée afin d'extraire des thèmes pertinents. Finalement, toujours en prenant en considération les questions de recherche, les thèmes émergeants ont été catégorisés et éventuellement remplacés sans oublier la sélection des extraits pour les soutenir.

3 Résultats Et Analyse

Les résultats et leurs analyses seront présentés par question de recherche. Ainsi chaque section ci-dessous est relative à chaque question ayant guidée cette recherche.

3.1 Perceptions Des Enseignants De Sciences Vis-À-Vis De Leur Gestion De Classe Dès La Reprise Des Classes

La première question de recherche est d'explorer les perceptions des enseignants de sciences en rapport avec leur GC à la reprise des classes après le confinement. L'analyse des contenus des assertions de ces derniers à l'étude a mis en exergue plusieurs thèmes récurrents à savoir: (1) climat de classe; (2) communication; (3) coopération; (4) organisation physique de la classe; (5) conduite des travaux pratiques; (6) gestion des comportements et de la discipline; et (7) diminution du sentiment d'efficacité personnelle et professionnelle.

3.1.1 Climat De Classe

Le climat de classe est défini comme l'ensemble des conditions de vie qui influence l'apprentissage dans une classe. Ainsi, à travers les explications des interviewés, ce climat n'est plus du tout vivable à la rentrée des classe après le confinement. Un des enseignants justifiera ce climat de classe délétère au regard des dispositions barrières prises pour contenir la dissémination du virus. Il dira:

> *Les mesures barrières édictées par le gouvernement et l'Organisation Mondiale de la Santé font que l'enseignant n'est pas à l'aise dans classe. Il doit rester relativement éloigné des apprenants et doit reculer hâtivement dès que l'un de ceux-ci s'avance un peu trop près. Il subsiste donc dans la classe un climat de suspicion; d'où un problème relationnel avec les apprenants. (Interview d'un enseignant des SVT – septembre 2020).*

Cet extrait montre le climat dans lequel se passent les enseignements à la reprise des classes après la reprise des classes. Ce climat de suspicion évoqué traduit la frayeur des uns à l'endroit des autres; alors que le processus enseignement-apprentissage doit se faire dans une atmosphère de sécurité affective et de confiance.

3.1.2 COMMUNICATION

La communication est reliée au climat et est une caractéristique importante pour créer un climat de classe propice à l'apprentissage. L'enseignement et la GC sont développés à travers la communication. La communication constitue un moyen par lequel diverses nécessités, sensations, attitudes des enseignants et des apprenants sont exprimées et transférées les uns aux autres pour qu'une bonne collaboration et des résultats d'apprentissage soient réalisés [25]. Cependant, les enseignants questionnés ont relevé que ce déterminant est mis à mal avec l'apparition de cette pandémie et les mesures barrières qui vont avec. En effet, ces derniers ont indiqué que les apprenants qui ont déjà des problèmes d'élocution et peinent à prendre la parole sont maintenant résolus à ne plus même parler avec des masques collés à la bouche, comme l'exigent les mesures décrétées par le gouvernement. Dans le cas présent, les enseignants au cours des interviews, ont exprimé leur embarras voire leur désaccord, car ils doivent baisser les masques avant de parler aux apprenants, alors que le virus est supposé circuler dans l'atmosphère et plus encore dans cet air confiné de la classe. Ils trouvent que cette directive transversale imposée par le MESTFP expose leur santé.

3.1.3 COOPÉRATION

Dans les orientations générales des programmes d'études en vigueur en République du Bénin, l'une des approches pédagogiques est l'approche socioconstructiviste. La mise en œuvre de cette approche suppose que les apprenants travaillent en coopération et accomplissent des tâches complexes et résolvent des problèmes. Les enquêtés n'ont pas manqué de souligner que l'interdiction de mettre les apprenants en travail de groupe fait que ces derniers n'ont plus l'opportunité d'échanger et de mettre en commun leurs savoirs. Un CP de mathématiques a réagi à cette disposition:

> *Je suis au regret de dire cette proscription de la collaboration des apprenants en classe n'avantage pas du tout ces derniers. Le travail de groupe aide les apprenants à socialiser, à s'accepter et surtout à échanger des connaissances et développer leur esprit critique. Mais dans cette conjoncture, cette caractéristique qui occasionne le socioconstructivisme va beaucoup manquer aux apprenants. Ils ne pourront confronter ce qu'ils ont appris durant le travail individuel et je pense qu'à la longue ces apprenants n'accepteront plus d'affronter et de relever le défi cognitif posé par l'enseignant. En d'autres termes, l'apprenant se sentira beaucoup plus seul, ressentant le poids de la réussite (Interview d'un CP de mathématiques, septembre 2020).*

Ce passage résume les perceptions des participants quant à la suppression du travail de groupe dans les classes du secondaire cette période après le confinement. Comme c'est stipulé supra, cette situation risque d'inhiber les efforts des apprenants et par ricochet ceux des enseignants, s'il est vrai que la coopération en classe développe chez les apprenants de grandes compétences.

3.1.4 ORGANISATION PHYSIQUE DE LA CLASSE

Dans une classe bien organisée, l'enseignant peut voir tous ses apprenants, et de même, ces derniers peuvent voir l'enseignant. En ce qui concerne la disposition spatiale ou physique des apprenants dans la classe, il existe plusieurs des façons variées de les positionner dans l'espace classe. En fait, ce choix est fait dans un but déterminé, car il incite à une forme de communication ou de transmission entre les apprenants et l'enseignant. En plus, tous devront se déplacer librement, de façon fluide dans les endroits les plus fréquentés. Par conséquent, la disposition des tables et bancs, voire des fournitures et ressources matérielles doit se faire de façon à permettre la libre circulation des acteurs dans la classe. En plus des classes congestionnées fustigées par les enquêtés, ils indexent les nouvelles dispositions qui empêchent les enseignants de circuler dans les salles de classe. En effet, parmi les directives transversales pour les disciplines et les classes, il est interdit aux enseignants de circuler dans la classe. Un enseignant des PCT remarquera:

> *La gestion efficace de la classe est hypothéquée si on sait que la circulation de l'enseignant dans la classe constitue une forme de motivation pour les apprenants. Maintenant qu'il nous est impossible de circuler dans les classes, comment savoir maintenant si ces derniers travaillent ou exécutent exactement les consignes à eux données ? En bref, comment nous rendre compte de la production de nos apprenants lorsqu'ils ne pas doivent être envoyés au tableau. (Interview d'un enseignant des PCT, novembre 2020)*

Ces interrogations extériorisées par cet enseignant sont tout à fait justifiées. La GC en ce temps du COVID-19 est problématique. Certains d'entre les enseignants se demandent le rôle qu'ils jouent encore dans les classes. En plus, ils soulèvent d'autres problèmes de conduite de classe; parce qu'en fait, l'apprenant doit être envoyé au tableau afin de rédiger sa production.

3.1.5 CONDUITE DES TRAVAUX PRATIQUES

Ce thème relatif à la conduite des travaux pratiques (TP) était récurrent dans les réponses des enseignants des SVT et PCT. En effet, ces derniers pensent qu'en plus de toutes les raisons avancées par les enseignants des sciences pour ne pas organiser les séances de TP, s'ajoutent certaines règles édictées par le MESTFP qui rendent ces séances plus compliquées à réaliser pour ceux d'entre eux qui ont encore le bon vouloir de s'adonner à cette pratique. Ils citent comme directives: (1) maintenir la distanciation physique; (2) éviter au maximum le partage d'objets (crayons, jouets, cahiers, vaisselle, ustensiles, etc.) entre les personnes; (3) systématiser la manipulation individuelle des matériels de travail; et (4) certaines installations, comme les bibliothèques, les laboratoires, les salles d'informatique, doivent rester fermées. Ainsi, ces enseignants se demandent comment un bon enseignement des sciences pourra se faire dans ce temps de COVID-19 si on sait que les SVT et PCT sont des sciences expérimentales.

3.1.6 GESTION DES COMPORTEMENTS D'INDISCIPLINE

En temps normal les enseignants du secondaire vivent négativement les incidents marqués par l'indiscipline et la démotivation des apprenants et c'est une situation qui occasionne beaucoup de frustration chez les enseignants. Les enseignants ont indiqué que la pandémie est venue aggraver ces difficultés que vivaient les apprenants. De leurs propos, on comprend que la vigilance des enseignants est affaiblie par le port du masque chez les apprenants. Un enseignant fait remarquer ce qui suit.

> *La pandémie du COVID-19 ne nous facilite pas du tout la tâche en termes de gestion des comportements d'indiscipline des apprenants. Le port des cache-nez assourdissent le son des voix et rendent difficile le repérage des apprenants en difficulté, inattentifs ou désobéissants. Les nouvelles prescriptions et plus précisément les règles de distanciation sociale nous limitent dans nos actions, comme celles de nous approcher d'un apprenant pour mobiliser son attention. (Interview d'un enseignant des SVT, septembre 2020)*

Cet extrait montre comment les problèmes d'indiscipline dans le contexte du COVID-19 empirent le rôle des enseignants dans leurs classes. Les nouvelles règlementations alourdissent le contact avec les apprenants et leur suivi par les enseignants. On constate plus de dérive en termes d'indiscipline qu'il y en avait selon certains enseignants.

3.1.7 DIMINUTION DU SENTIMENT D'EFFICACITÉ PERSONNELLE ET PROFESSIONNELLE

La motivation des apprenants à apprendre a été fragilisée dans ce contexte de la pandémie du COVID-19. Plus encore, à la reprise des classes, beaucoup d'apprenants ont tout oublié. Les enquêtés affirment qu'il leur a fallu tout reprendre dans un contexte où la démarche didactique est ramenée aux travaux individuels et à la pédagogie frontale. Et c'est justement cette situation qui accentue les mauvais comportements des apprenants et par ricochet une réaction émotionnelle négative chez l'enseignant. En fait, la réponse de l'enseignant aux comportements déviants de l'apprenant est influencée par des croyances et ses ressources psychologiques à savoir son sentiment d'efficacité personnelle, sa perception du contrôle et même ses attentes des résultats. Le CP des PCT tente une explication de cette situation relative à la diminution de sentiment d'efficacité personnelle de l'enseignant dans ce contexte du COVID-19.

> *Comme on peut le constater, la pandémie a impacté négativement la GC et aussi les nouvelles règles ne permettent pas aux enseignants de faire les interventions adéquates dans leurs salles de classe. La théorie de l'efficacité personnelle de Bandura permet de mieux comprendre les facteurs d'influence de la motivation et de la persévérance des enseignants en matière d'intervention auprès des apprenants présentant des comportements déviants. On peut affirmer que la persistance des comportements difficiles en classe constitue une source de stress importante pour les enseignants et donc une diminution de leur sentiment d'efficacité personnelle. (Interview d'un CP des PCT, novembre 2020).*

Ce résumé traduit le sentiment des enseignants juste à la reprise. Cette diminution de sentiment d'efficacité personnelle est doublée d'une atténuation de sentiment d'efficacité professionnelle à cause du stress ressenti par ces enseignants. Le climat de classe nocif et étouffant renforce aussi ces sentiments.

3.2 LES DISPOSITIONS PÉDAGOGIQUES ET MATÉRIELLES PROPOSÉES POUR AIDER EFFECTIVEMENT LES APPRENANTS DANS CETTE CONJONCTURE DE LA COVID-19

Dans ce contexte de la pandémie du COVID-19, parce que l'enseignement à distance pose beaucoup de problèmes aussi bien financiers que structurels aussi bien dans les pays développés que dans les pays en voie de développement,

l'enseignement présentiel a été exigé pour donner une chance égale à tous les apprenants de par le monde. Cependant, face aux nouvelles prescriptions des démarches pédagogiques ont été proposées par les participants à l'étude et des propositions connexes ont été faites afin d'aider les apprenants dans cette conjoncture du COVID-19. Premièrement, les enseignants ont suggéré l'élaboration et la mise en œuvre des programmes de développement professionnel visant à les aider dans leurs nouvelles tâches. En effet, face aux nouvelles exigences relatives à la GC, les enseignants ont exprimé ce vœu d'apprendre des nouvelles techniques de prise en charge des apprenants dans ce contexte qui s'impose au monde entier. Au cours des focus group, les enseignants questionnés croient fermement qu'à travers la formation continue qui est un processus qui s'inscrit dans un processus de développement professionnel, les enseignants pourront apprendre de nouvelles méthodes, surtout relativement à la pédagogie différenciée et d'autres activités éducatives qui pourront enrichir leurs pratiques professionnelles. Deuxièmement, certains enseignants ont suggéré des formations psychologiques pour gérer leur état de stress. Ils veulent bien savoir comment contenir l'impact de la crise de la COVID-19 sur leur propre stress et/ou sur leur santé mentale et émotionnelle. Enfin troisièmement, ils ont mentionné certaines dispositions matérielles qui les empêchent de bien s'adonner à la fonction enseignante dans le contexte actuel. Les recommandations faites à l'endroit des autorités politico-administratives ont pour thèmes: (a) fabrication des tables-bancs pour le respect des mesures de distanciation physique; (b) recrutement des enseignants en nombre suffisant pour suppléer au manque ceux-ci; (c) achats du matériel didactique à mettre à la disposition des enseignants et des élèves; (d) amélioration des équipements et infrastructures existants dans chaque école; (e) mise à disposition de chaque apprenant de documentation adéquate afin d'éviter éventuellement l'utilisation collective de ces documents en classe.

4 DISCUSSION DES RÉSULTATS

Le but de cette recherche est d'enquêter à propos des perceptions des enseignants des sciences vis-à-vis de la GC à la reprise après le confinement. Deux questions de recherche ont guidé la présente recherche. La première question investiguait les perceptions des enseignants de sciences vis-à-vis de leur gestion de classe dès la reprise après le confinement pour ralentir la propagation du COVID-19 et la seconde interrogeait les dispositions pédagogiques et matérielles proposées pour aider effectivement les apprenants dans cette conjoncture de la COVID-19. Les sections ci-dessous discutent les résultats de ces deux questions de recherche.

Relativement à la première question, l'analyse des contenus des déclarations des participants a mis en exergue sept thèmes itératifs qui sont: (1) climat de classe; (2) communication; (3) coopération; (4) organisation physique de la classe; (5) conduite des travaux pratiques; (6) gestion des comportements et de la discipline; et (7) diminution du sentiment d'efficacité personnelle et professionnelle. Les thèmes tels que le climat de classe, la communication, la coopération et l'organisation physique de la classe concerne les caractéristiques d'une atmosphère propice pour un apprentissage. Tous ces facteurs sont négativement impactés par la pandémie du COVID-19. Ces résultats corroborent ceux des chercheurs ([26], [14], [3], [6]) trouvés dans la littérature liée à cette maladie. En effet, dans ce contexte de la pandémie et les prescriptions du MESTFP relatives aux gestes barrières pour lutter contre la dissémination du virus, la GC et indirectement la conduite de la classe ont connu des transformations alarmantes qui n'augurent pas d'un avenir serein pour le processus enseignement-apprentissage-évaluation. Au demeurant, toutes les pratiques proposées pour l'enseignement des programmes d'études selon l'APC, surtout l'approche socioconstructiviste sont complètement remises en cause. Les enseignants des sciences questionnés ne savent plus où donner la tête, tant leur embarras est grand. Les conduites des travaux pratiques sont aussi bouleversées par la fermeture des laboratoires et plus encore les mesures de distanciation n'aident pas à réaliser les TP de cours. Ajouter à tout ceci, la gestion des comportements et de la discipline devient problématique et les enseignants perdent confiance en eux-mêmes, en leur capacité d'aider les apprenants à réussir à cause de leur diminution de leur efficacité personnelle voire professionnelle, comme l'ont indiqué des chercheurs de la référence [27].

Concernant les dispositions et pédagogiques et matérielles pour aider effectivement les apprenants dans cette conjoncture de la COVID-19, les participants ont proposé l'exécution des programmes de développement professionnel surtout la pédagogie différenciée et ont fait des recommandations à l'endroit des autorités politiques. Ces mêmes revendications ont été notifiées par les participants lors des recherches précédentes ([28], [29], [27]). C'est tout à fait heureux que les enseignants réclament dans ce contexte la mise en œuvre des programmes de développement professionnel, si on sait qu'ils ne sont pas motivés par l'implémentation de tels programmes et montrent leur désaffection lorsque ces derniers sont offerts pour améliorer leurs pratiques de classe [30]. Et puis les recommandations faites sont récurrentes chaque fois que la parole est donnée aux enseignants dans les pays en voie de développement de s'exprimer à des manques relatifs à leur métier.

5 CONCLUSION

Relativement à ce qu'on observe de nos jours dans les salles de classe comme conséquences de la pandémie du COVID-19, on pourrait avancer qu'une nouvelle réalité a été absolument créée. L'évidence scolaire a totalement changé et ceci à travers la GC qui a radicalement été modifiée. Et cette transformation de la GC a été réalisée de façon invraisemblable et doit être étudiée par les savants et experts dans toutes ses dimensions et les conséquences qui sont générées par chacune d'elles. En effet, dans cette étude, plusieurs caractéristiques de la GC rendant propices l'apprentissage ont été bouleversées. Les enseignants enquêtés n'ont pas manqué de mentionner la posture délicate dans laquelle ils se trouvent quant à la continuation de la fonction enseignante. Des insuffisances ont été relevées et des recommandations ont été faites pour redonner au métier de l'enseignement ses lettres de noblesse.

REFERENCES

[1] UNESCO 2020, Rallies International Organizations, Civil Society and Private Sector Partners in a Broad Coalition to Ensure #LearningNeverStops. UNESCO. Consulté le 24/12/2021 sur le site:.

[2] https://en.unesco.org/news/unesco-rallies-international-organizations-civil-society-an.

[3] d-private-sector-partners-broad. (2020).

[4] UNESCO 2019. Institut de statistique de l'UNESCO, fiche d'information n°56. Consulté le 24/12/2021 sur le site: http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/new-methodology-shows-258-million-children-adolescents-and-youth-are-out-school.pdf (2019).

[5] Li, C., et Lalani, F. The COVID-19 pandemic has changed education forever. This is how. Consulté le 22/01/2021 sur le site: https://www.weforum.org/agenda/2020/04/coronavirus-education-global-covid19-online-digital-learning/ (2020).

[6] Clark, J. T. Distance education. In Clinical Engineering Handbook (2º Ed., Vol. 4), (pp. 410–415). Elsevier Inc, 2020.

[7] Burns, M. Distance Education for Teacher Training: Modes, Models, and Methods. EDC, 2011.

[8] N. Mustafa, "Impact of the 2019-20 Coronavirus Pandemic on Education," International Journal of Health Preferences Research, 1-12, 2020.

[9] Dahya, N. Education in conflict and crisis: How can technology make a difference? A landscape review. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Results for Education through its Center for Education Innovations in Washington DC, 2016.

[10] R. Heeks, "ICT4D 3.0 ? Part 1—The components of an emerging "digital-for-development" paradigm," The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries, 86 (e12124), 2020.

[11] A. T. Korucu et A. Alkan, "Differences between m-learning (mobile learning) and e-learning, basic terminology and usage of mlearning in education. Procedia," Social and Behavioral Sciences, 15, 1925–1930, 2011.

[12] J. J. Roth, M. Pierce et S. Brewer, "Performance and satisfaction of resident and distance students in videoconference courses," Journal of Criminal Justice Education, 0 (0), 1–15, 2020.

[13] M. B. Littlefield, K. Rubinstein et C. B. Laveist, "Designing for quality: Distance education rubrics for online MSW programs," Journal of Teaching in Social Work, v39 n4-5, 489-504, 2019.

[14] Simonds, C. J. et Cooper, P. J. Communication for the classroom teacher, Pearson Education Inc, 2011.

[15] Stamatis, P. J. et Nikolaou, E. N. (2018) (Eds.), Violent Communication and Bullying in Early Childhood Education, NY: Nova Science Publishers, Inc, 2018.

[16] F. Karakaya, et al., "Investigation of the views of biology teachers on distance education during the COVID-19 pandemic," Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH), 6 (4), 246-258, 2020.

[17] D. Boucher, "La gestion de classe: jongler avec tout pour réussir avec tous," Vie Pédagogique, 119, 39-41, 2001.

[18] Brophy, J. History of research on classroom management. In C. M. Evertson & C. S. Weinstein (Eds.), Handbook of classroom management: Research, practice, and contemporary issues.. Lawrence Erlbaum Associates, pp. 17–43, 2006.

[19] N. A. Gage et al., "The relationship between teachers' implementation of classroom management practices and student behavior in elementary school," Behavioral Disorders, 43 (2), 302–315, 2018.

[20] U. Schiefele, "Classroom management and mastery-oriented instruction as mediators of the efects of teacher motivation on student motivation'" Teaching and Teacher Education, 64, 115–126, 2017.

[21] J. H. Stronge, T. J.Ward et L. W. Grant, "What makes good teachers good? A cross-case analysis of the connection between teacher efectiveness and student achievement," Journal of Teacher Education, 62, 339–355, 2011.

[22] N. Mays et C. PoPe, "Qualitative Research: Rigour and qualitative research," BMJ, 311 (6997), 109-112, 1995.

[23] Creswell, J. W. Qualitative inquiry & research design: Choosing among five approaches. USA: SAGE Publications 2013.

[24] H. Montenegro, "Teacher educators' conceptions of modeling: A phenomenographic study." Teaching and Teacher Education, 94, 103097, 2020.

[25] Marshall C. et Rossman G. B. Designing qualitative research. Thousand Oaks, CA: Sage, 2006.
[26] Bogdan R. C. et Biklen S. K. Qualitative research for education: An introduction to theory and methods. New York, NY: Pearson Education, 2007.
[27] Stamatis, P. J. Preschool and Primary Pedagogy. Communication dimensions of the educational process. Athens: Diadrasi Publications, 2015.
[28] Caron, J et al., "La gestion de classe au primaire en contexte de pandémie," Formation et profession 28, (4 hors-série) 1-12, 2020.
[29] Nations Unies 2020 Note de synthèse: l'éducation en temps de COVID-19 et après. Consulté le 1/02/2021 sur le Site: https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/policy_brief_-_education_during_covid-19_and_beyond_french.pdf (2020).
[30] ADEA, CIEFFA/UA et APHRC, Formation et soutien aux enseignants en Afrique pendant la pandémie de COVID-19. Abidjan, Ouagadougou, Nairobi: ADEA, CIEFFA/UA, APHRC, 2022.
[31] INSE, 2021, Les pratiques pédagogiques dans le contexte des restrictions liées au COVID-19 au Togo. Consulté le 21/01/2022 sur le site: https://apprendre.auf.org/wp-content/uploads/2021/05/Les-pratiques-pedagogiques-des-enseignants-dans-le-contexte-des-restrictions-liees-au-Covid-19-au-Togo.pdf (2021).
[32] R. R. Kélani, "Etude des déterminants de la désaffection des enseignants des sciences physiques en République du Bénin vis-à-vis du développement professionnel," IMO-IRIKISI, vol 6, No 1, 227-234, 2014.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 851-860
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Effet de la structure de propriété et du conseil d'administration sur la performance des sociétés marocaines cotées en bourse

[Effect of ownership structure and board of directors on the performance of Moroccan listed companies]

Aboubakere Haji, Toufik Majdi, and Issam Izza

Équipe de Recherche en Communication, Université Sultan Moulay Slimane, Béni-Mellal, Morocco

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This work studies the association between certain internal governance mechanisms and the financial performance of companies. We focused on the characteristics of two mechanisms in particular, namely the ownership structure and the board of directors. Studying a corporate sample of 58 non-financial firms, multiple linear regression shows that with the exception of managerial and institutional ownership, the other traits of ownership structure and board of directors show an unexpected negative effect.

KEYWORDS: Corporate Governance, Board of directors, Ownership structure, corporate performance.

RESUME: Ce travail étudie l'association entre certains mécanismes internes de gouvernance et la performance financière des entreprises. Nous nous sommes intéressés aux caractéristiques de deux mécanismes en particulier, à savoir la structure de propriété et le conseil d'administration. En étudiant un échantillon de 58 entreprises non financières, la régression linéaire multiple montre qu'à l'exception de propriété managériale et institutionnelle, les autres traits de la structure de propriété et du conseil d'administration affichent un effet négatif inattendu.

MOTS-CLEFS: Gouvernance d'entreprise, Conseil d'administration, Structure de propriété, performance de l'entreprise.

1 INTRODUCTION

Jusqu'à une période récente, la gouvernance était considérée comme un mouvement de contre-pouvoir des propriétaires de l'entreprise, un mode de gestion qui veille à sécuriser l'investissement à travers un certain nombre d'instruments juridiques. Cette vision traditionnelle, centrée essentiellement sur la discipline des dirigeants, s'est estompée au fil du temps pour laisser place à des approches inspirées des sciences comportementales et cognitives.

Malgré l'évolution de la théorie de la gouvernance, la création de valeur est restée au centre de ses préoccupations. En plus de réduire le pouvoir discrétionnaire des dirigeants et protéger les intérêts de l'entreprise et ceux de ses partenaires, les mécanismes de gouvernance sont supposés agir dans un but de maximisation de valeur tant actionnariale que partenariale. Selon Gérard Charreaux [7], ces mécanismes ont pour effet de délimiter les pouvoirs et d'influencer les décisions des dirigeants.

La littérature théorique et empirique sur le gouvernement d'entreprise est abondante, mais elle s'intéresse beaucoup plus à la répartition de la valeur qu'à sa création. Dans ce sens, un nombre important de travaux, réalisés dans des contextes différents, s'intéresse à la manière dont les mécanismes de gouvernance veillent à la préservation de la valeur créée.

Corresponding Author: Aboubakere Haji

Dans le contexte marocain, très rares sont les chercheurs qui examinent la notion de création de valeur. Dès lors, nous avons estimé judicieux de nous intéresser à l'étude de la gouvernance dans les entreprises marocaines cotées. A travers cette étude, nous souhaitons mesurer l'influence de certains mécanismes internes de gouvernance sur la création de valeur. Plus particulièrement, notre recherche analyse l'impact de deux mécanismes internes de gouvernance, représentés respectivement par la structure de l'actionnariat et le conseil d'administration, sur la performance financière des entreprises marocaines.

A l'ère de la crise sanitaire, le marché financier marocain, comme bon nombre de places financières à travers le monde, a été amplement impacté. A l'heure où nous écrivons ces lignes, l'horizon de la reprise économique semble encore lointain. Le regain de confiance des investisseurs nécessite un plus grand niveau de transparence et un management efficace de l'entreprise.

Ceci étant, une gouvernance d'entreprise efficace peut être rassurante non seulement pour les actionnaires, propriétaires de l'entreprise, mais également pour tous les investisseurs du marché boursier marocain. C'est de ces constats que ce travail trouve toute sa justification et son intérêt.

Le reste de cet article s'organise ainsi, la première section mettra en lumière une revue de littérature du lien conceptuel entre la gouvernance d'entreprise et la création de valeur. La deuxième et troisième section seront consacrées successivement aux aspects méthodologiques et à la présentation des résultats de l'étude.

2 MECANISMES DE GOUVERNANCE ET PERFORMANCE DE L'ENTREPRISE: REVUE DE LITTERATURE ET HYPOTHESES DE RECHERCHE

La relation entre la bonne gouvernance et la capacité de la firme à créer de la valeur a fait l'objet de nombreux débats. La littérature traitant ce sujet aborde cette question en démontrant soit l'influence de la gouvernance globale sur la performance ou encore celle d'un mécanisme particulier. Cette section présente une revue de littérature de la performance de la firme compte tenu de la structure de l'actionnariat et de la composition du conseil d'administration. Elle met en relief les principaux travaux relatifs à ce sujet tout en soulignant le rôle joué par ces mécanismes dans la création de valeur.

2.1 LA STRUCTURE DE PROPRIÉTÉ

La théorie de la gouvernance attribue à la structure de propriété un rôle important dans la réduction des coûts d'agence et de transaction. L'examen des études antérieures relatives à la structure de propriété fait ressortir trois dimensions: un actionnariat concentré marqué par une présence de blocs d'actions, un actionnariat managérial et un actionnariat institutionnel.

2.1.1 LA CONCENTRATION DE LA PROPRIÉTÉ

Dans les théories contractuelles de la gouvernance, la concentration du capital est présentée comme un moyen efficace pour mieux contrôler les dirigeants. Elle permet de réduire les problèmes résultant de la séparation des fonctions de la propriété et du contrôle. [12,19,30] La présence de bloc d'action dans le capital de l'entreprise est de nature à réduire le pouvoir discrétionnaires des dirigeants et préserver la rente actionnariale [6]. De par le nombre de voix qu'ils possèdent, les actionnaires majoritaires influencent les décisions des assemblées générales et sont capables de mobiliser des moyens importants pour contrôler les dirigeants.

Dans ce sens, la littérature étudiant la relation entre la concentration du capital et la création de valeur est confuse. Certaines études ont fourni des preuves empiriques de la manière dont la présence de blocs d'actions est positivement liée à la performance de l'entreprise. Aux États-Unis (McConnell et Servaes, 1990) [25] trouvent une relation positive entre la concentration de la propriété et l'évaluation de l'entreprise. Sur une échelle plus grande, [22] La porte et al. (2002), en étudiant un échantillon de 539 entreprises appartenant à des économies développées, remarquent que plus le capital est concentré plus le Q de Tobin de ces entreprises est élevé. La thèse de l'effet négatif de la concentration du capital sur la performance de la firme est basée sur son effet de surveillance. En effet, les actionnaires majoritaires, soucieux de leur investissement, sont incités à surveiller activement les dirigeants [29]. Pour les adeptes de cette vision, l'activisme actionnarial permet d'atténuer les problèmes d'agence, ce qui conduit à une amélioration de la performance de l'entreprise [20].

Par ailleurs, certains auteurs ne trouvent pas de lien positif entre la concentration du capital et la performance de l'entreprise. [22], [12] La Porta, Lopez-de -Silanes et Shleifer (1999), remarquent que la nature des problèmes d'agence est différente dans les grandes entreprises où le capital est concentré. Les grandes firmes connaissent un déplacement du conflit d'agence actionnaires-dirigeants vers un conflit d'intérêt entre les actionnaires majoritaires et minoritaires. Le pouvoir des actionnaires majoritaires les incite à prélever des bénéfices plus que proportionnels à leurs engagements dans l'entreprise. Sur

le plan empirique, [33] Demsetz (1983) [12] a montré que la variation de la structure du capital n'est pas systématiquement liée aux variations des performances de l'entreprise. Ainsi, ce même constat a été également remarqué par [33], [28]. Le changement de performance à la suite d'une variation de la structure de propriété est influencé par les performances passées.

De là, nous formulons la première hypothèse (H1) de ce travail:

HYPOTHESE 1: LA CONCENTRATION DE LA PROPRIETE EST FORTEMENT LIEE A LA PERFORMANCE FINANCIERES DES SOCIETES MAROCAINES

2.1.2 LA PROPRIÉTÉ INSTITUTIONNELLE

Au cours de ces dernières décennies, les investisseurs institutionnels ont bouleversé la gouvernance dans les firmes capitalistes. Leur croissance remarquable a donné lieu à une littérature abondante, mais présente des résultats mitigés. En effet, l'examen empirique révèle que le comportement des investisseurs institutionnels est loin d'être univoque. Fortement liées à leurs stratégies d'investissement, la participation de ces investisseurs peut prendre deux formes: une participation passive, lorsque l'investissement en action s'inscrit dans une optique spéculative. Une participation active où l'investisseur tente d'améliorer la performance de son portefeuille action dans une vision de long terme.

Les adeptes de la thèse de l'activisme des investisseurs institutionnels, leur attribuent un rôle majeur dans la création de valeur de leurs firmes partenaires. Ayant des compétences managériales importantes, la présence de ces investisseurs dans le capital leur permet de contrôler l'entreprise, et de réduire les problèmes d'agences, qui souvent sont sources des sous-performances. Des auteurs tels que [10], [2] ont trouvé des preuves compatibles avec le contrôle exercé par les investisseurs institutionnels. Ce contrôle peut amener les dirigeants à se concentrer davantage sur la performance de l'entreprise.

Par ailleurs, notons que le rôle joué par les investisseurs institutionnels est en partie fonction de la taille de leurs participations dans le capital de la firme. Plus la part détenue dans le capital est élevée, moins sont négociables les actions. Ainsi, [29] note que la participation de long terme incite les grands actionnaires à s'investir dans la surveillance de leur entreprise. Par contre, lorsque les investisseurs institutionnels détiennent une faible part du capital, ils sont plus incités à contrôler les dirigeants. Plusieurs études concluent que l'objectif de spéculation conduit les investisseurs détenant de faibles parts du capital à privilégier la rentabilité à court terme de leurs actions.

HYPOTHESE 2: LA PROPRIETE INSTITUTIONNELLE EST POSITIVEMENT LIEE A LA PERFORMANCE FINANCIERE DES SOCIETES MAROCAINES COTEES

2.1.3 LA PROPRIÉTÉ MANAGÉRIALE

Dans le cadre des recherches menées dans le domaine de la gouvernance d'entreprise, la littérature financière a proposé la propriété managériale comme un mécanisme déterminant non seulement de la réduction des conflits d'agence, mais également de création de valeur [3], [4,15,20] parmi tant d'autres.

La relation entre la propriété managériale et la création de valeur a fait l'objet de plusieurs études. Ainsi, la littérature en gouvernance a étudié cette relation en mesurant l'effet de la propriété managériale sur la performance de l'entreprise. [20] furent les premiers à s'intéresser à cette relation. Ces auteurs affirment que la détention de parts de capital importantes par le dirigeant l'incite à aligner ses intérêts à ceux des actionnaires. Cette hypothèse de convergence des intérêts est associée à une création de valeur importante. Bien qu'elle semble être logique, la relation entre l'actionnariat des dirigeants et la création de valeur a été vue différemment par [16], [26]. Ces auteurs pensent que la détention des dirigeants des parts de capital ne réduit pas les problèmes d'agence, mais ne fait que les accentuer. Disposant des parts importantes du capital de l'entreprise, les dirigeants mal intentionnés, ont assez de pouvoir pour neutraliser les mécanismes de gouvernance et élargir leur pouvoir discrétionnaire.

Quelques années plus tard, des études ont remis en cause la relation de linéarité entre la propriété managériale et la performance de l'entreprise. Des auteurs tels que [18], [9], montrent que la variation de la part des dirigeants dans le capital n'est pas systématiquement suivie d'une variation de la performance de l'entreprise.

Si dans toutes les études antérieures, la propriété managériale est vue comme une variable exogène, des auteurs tels que, [8] parmi tant d'autres, voient en la structure de propriété comme une variable endogène des caractéristiques de l'entreprise.

Morck, et al (1988) [26] étudient la relation entre la propriété de gestion et la valeur boursière de l'entreprise. Ils trouvent des preuves d'une relation non linéaire entre le Q de Tobin et la propriété managériale. Ces auteurs montrent que la performance augmente si les dirigeants possèdent entre 0% et 5%, puis diminue si les dirigeants détiennent entre 5% et 25%, puis augmentent si ces derniers dépassent 25%. De là, nous pouvons formuler la troisième hypothèse de ce travail.

HYPOTHESE 3: LA PROPRIETE MANAGERIALE AFFECTE POSITIVEMENT LA PERFORMANCE DE L'ENTREPRISE

2.2 LE ROLE DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DANS LA PERFORMANCE DE L'ENTREPRISE

Dans une firme managériale, les actionnaires délèguent le contrôle de l'entreprise au conseil d'administration. Celà permet de remédier au problème de passager clandestin puisqu'aucun actionnaire ne sera prêt à supporter individuellement les coûts du contrôle. Même si certains le feront, d'autres profiteront de la valeur créée grâce à ce contrôle. Ceci étant, les actionnaires nomment un conseil d'administration qui contrôle à leur place l'équipe dirigeante et influence parfois ses décisions.

Toutefois, l'efficacité du contrôle exercé par le conseil d'administration est tributaire d'un certain nombre de variables relatives à sa composition et à sa taille. Il s'agit notamment du nombre d'administrateurs qui le compose ainsi que la présence d'administrateurs indépendants.

2.2.1 LA TAILLE DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

Le nombre d'administrateurs composant le conseil d'administration a fait l'objet de plusieurs études empiriques, mais les résultats demeurent mitigés et loin d'être unanimes. Deux courants surgissent de ce débat. Un premier qui estime que plus la taille est importante moins est la performance de l'entreprise. Pour [19], une taille réduite comprise entre Sept et huit administrateurs est plus efficace, car elle facilite la communication et la coordination entre les administrateurs. Par contre, une taille élargie risque d'entraver l'efficacité du conseil d'administration et entraîner des problèmes de coordination et de communication entre ses membres [24]. Une telle situation favorise sans doute un climat de désaccord et des coalitions entre les administrateurs, source de conflits laissant une marge de manœuvre aux dirigeants d'élargir leur attitude discrétionnaire.

Ces imperfections sont éloignées en présence d'un nombre restreint d'administrateurs. Au sein d'un conseil d'administration de taille limitée, la coordination est plus efficace et les décisions sont plus rationnelles dans la mesure où les administrateurs évoluent rapidement la performance des dirigeants et sont capables de les révoquer facilement [34].

HYPOTHESE 4: LA TAILLE DU CONSEIL D'ADMINISTRATION INFLUENCE POSITIVEMENT LA PERFORMANCE DE L'ENTREPRISE

2.2.2 L'INDÉPENDANCE DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

Dans le cadre de la théorie d'agence, l'efficacité du conseil d'administration dépend grandement de l'indépendance de ses membres. Cette théorie considère que les administrateurs externes sont plus aptes à résoudre les problèmes d'agence et sont capables de prendre des décisions favorisant la valeur actionnariale. En passant en revue les différents travaux examinant cette question de gouvernance, nous avons aisément conclu que la question du lien entre l'indépendance des administrateurs et la performance n'est pas encore tranchée.

Les adeptes de la théorie d'agence suggèrent que la performance de l'entreprise est en partie tributaire du degré d'indépendance des administrateurs. Nous retrouvons ces constats dans les travaux de [14], [16]. Naturellement, les administrateurs externes sont moins enclins à tolérer les imperfections des managers. Leur indépendance cautionne l'efficacité du conseil d'administration [21], car ceci leur permet d'exprimer objectivement leur opinion de la gestion de l'entreprise. De plus, l'absence de tout conflit d'intérêt susceptible d'altérer leur indépendance les incitent à mieux contrôler la gestion des dirigeants. Étant sensible de leur réputation sur le marché du travail, [14] avance que les administrateurs externes agissent afin de préserver leur employabilité future.

Sur le plan empirique, nombreuses sont les études qui examinent le rôle de l'indépendance des administrateurs dans la création de la richesse actionnariale. [27] étudiant l'effet des nominations des administrateurs externes sur la performance de l'entreprise constate que ce choix se répercute positivement sur le cours des actions. De leur côté, [11] examinent le comportement des entreprises cibles lors des offres publiques d'achat, ils concluent que la présence d'administrateurs externes est souvent accompagner de stratégies de résistance entraînant des primes importantes aux actionnaires. Plus récemment, d'autres auteurs tels que [1], [17] rejoignent ces conclusions et affirment la présence d'administrateurs indépendants au sein du conseil d'administration réduit les coûts d'agence et améliore la performance de l'entreprise.

Si ces recherches trouvent suffisamment de preuves pour affirmer l'effet de l'indépendance des administrateurs sur la création de valeur, d'autres recherches remettent en question cette analogie. En effet, plusieurs travaux académiques trouvent des résultats contradictoires à l'idée reçue selon laquelle l'indépendance du conseil d'administration renforce la performance de l'entreprise. Dans ce sens, [5] adhèrent à cette thèse, et affirment qu'un nombre raisonnable d'administrateurs internes est bénéfique. Ces derniers sont plus efficaces puisqu'ils connaissent mieux leur entreprise et sont capables de prendre les

meilleures décisions stratégiques notamment au sein des comités d'investissement. [32] arrivent à des conclusions similaires en conduisant une étude dans le contexte américain. Ils approuvent que les nouvelles dispositions de la loi Sarbanes-Oxley en matière d'indépendance des administrateurs n'ont pas induit les fruits attendus en termes de performance.

Au regard de cette ambiguïté que présente le mécanisme d'indépendance des administrateurs et son effet sur la performance de la firme, nous allons en ce qui suit vérifier l'hypothèse suivante:

HYPOTHESE 5: LA PRESENCE DES ADMINISTRATEURS INDEPENDANTS INFLUENCE POSITIVEMENT LA PERFORMANCE DE LA FIRME

3 MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

Cette recherche se donne comme objectif d'étudier l'effet de certaines caractéristiques du système de gouvernance sur la performance de l'entreprise. Il s'agit respectivement de la structure de propriété et du conseil d'administration. La méthodologie retenue consiste à valider nos hypothèses de recherche en recourant à une régression linéaire multiple. Ainsi, les variables introduites dans cette recherche sont: la performance financière, le degré de concentration du capital, la propriété institutionnelle, la propriété managériales, la taille du conseil d'administration et son indépendance. Enfin, la taille de l'entreprise et son degré d'endettement sont utilisés comme des variables de contrôle.

3.1 ÉCHANTILLON ET METHODE DE COLLECTE DE DONNEES

Afin de vérifier et de mesurer la relation d'impact entre les variables retenus et la performance de l'entreprise, nous avons fait appel aux techniques économétriques d'estimation. Notre étude a été menée en se basant sur un échantillon de 58 entreprises cotées à la bourse de Casablanca durant la période 2017-2021.

En s'inspirant de [23], nous avons laissé un décalage temporel entre les variables endogènes et les variables exogènes et celles du contrôle. Ceci permet de laisser du temps pour observer l'effet des mécanismes de gouvernance étudiés sur la performance des entreprises. Ceci étant, les données relatives aux variables de la structure de propriété et du conseil d'administration ont été collectées sur la période 2017-2021. Par contre, les données relatives au calcul de la performance de l'entreprise ont été recueillies sur la période 2019-2021.

La source principale de nos données est le site web de Casablanca et le reste des données a été collecté à partir des rapports annuels disponibles sur les sites internet des entreprises faisant l'objet de notre étude. Toutefois, les données manquantes ont été recherchées en recourant à des bases de données financières telles que Reuters, Zonebourse, et des revues et presses spécialisées en actualité financière.

3.2 DÉFINITION ET MESURES DES VARIABLES

Afin de vérifier les hypothèses formulées, nous avons mobilisé un ensemble de variables divisées en trois catégorie:

- **La variable endogène : Mesure de la création de valeur**

La mesure de la création de valeur peut se faire soit par des indicateurs internes à l'entreprise tels que Return on Investment ou Economic Value Added soit par des indicateurs externes tels que Market Value Added (MVA), Return On Asset (ROA) et Return On Equity (ROE). Dans notre étude nous utilisons le ratio de la rentabilité des capitaux propres (ROE).

- **La variable exogène : Les caractéristiques du système de gouvernance**

La variable exogène ou explicative représente les caractéristiques des deux mécanismes de gouvernance étudiés. Il s'agit, rappelons-le, d'un côté de la concentration de la propriété, de la propriété institutionnelle et managériale, et d'un autre côté de la taille du conseil d'administration, de l'indépendance de ses membres.

- **Les variables de contrôle : les caractéristiques de l'entreprise**

A l'image de la littérature financière, nous avons intégré dans cette étude des variables dites de contrôles qui présentent un impact potentiel sur les relations entre les variables étudiées. En effet, l'introduction de ces variables renforce la validité externes de nos résultats et permet d'améliorer la pertinence et la rigueur scientifique de notre étude. Ainsi, nous avons retenu pour notre étude, les variables secteur d'activité, taille de l'entreprise ainsi que son niveau d'endettement.

Tableau 1. Récapitulatif des variables mobilisées

Variable	Notation	Mesures
Variables dépendantes		
Création de valeur	ROE	Le rendement des fonds propres
Variables indépendantes		
Concentration du capital	Conc_cap	Le pourcentage du capital détenu par les deux premiers actionnaires
Propriété des investisseurs institutionnels	Prop_inst	Pourcentage du capital détenu par des investisseurs institutionnels
Propriété des managers	Prop_man	Pourcentage du capital détenu par le dirigeant
Taille du conseil d'administration	Taille- CA	Le nombre des administrateurs internes et externes
Indépendance du conseil d'administration	Indep_ca	Le rapport entre les administrateurs externes et internes
Variables de contrôle		
Secteur de la firme	Secteur-firme	Une variable booléenne qui prend la valeur 1 lorsque la firme appartient au secteur de l'industrie et 0 dans des autres cas.
Endettement de la firme	T_endt	Le rapport entre les dettes financières et le total de l'actif
Taille de la firme	Taille_firm	Logarithme népérien de la valeur comptable du total actif

4 ANALYSE STATISTIQUES RÉSULTATS

Après avoir présenté notre démarche méthodologique qui se veut d'appréhender l'effet des attributs de la structure de propriété et du conseil d'administration sur la création de valeur au sein des entreprises marocaines, nous procédons en ce qui suit à une analyse statistique et économétrique des relations soulevées.

4.1 ANALYSE DESCRIPTIVE

Le premier niveau d'analyse consiste à comprendre les grandes tendances et les attributs des variables étudiées. En utilisant le logiciel SPSS, nous avons procédé à une analyse descriptive des variables exprimant la création de valeur et ceux relatifs aux systèmes de gouvernance de l'entreprise.

Tableau 2. Statistiques descriptives

VARIABLES CONTINUES	Min	Max	Moyenne	Écart-type
ROE	-76,00	534,00	18,078	78,349
Con-Cap	0,1	0,99	0,6674	0,207732
Prop_inst	0,00	0,67	0,0641	0,11768
Prop_man	0,00	0,84	0,0831	0,19580
Taille_CA	3	14	8,64	3,088
Indep_CA	0	4	1,22	1,044
T_endt	1,00	21,00	8,6207	5,94958
Variables dichotomiques	Modalités		Fréquence	Pourcentage
Secteur_firm	1,00	Industrie	41	70,68%
	2	Autres	17	29, 31%

L'examen des statistiques descriptives de la variable dépendante « Performance de l'entreprise » telle que présentées dans le tableau ci-dessus affiche un ROE moyen de (18,078) et un écart-type (78,349) traduisant une grande disparité entre les performances des sociétés non financières cotées.

L'analyse des variables explicatives est faite sur la base d'une série de mesures et d'indicateurs. Le tableau 2 ci-dessous montre que la concentration du capital est assez élevée, avec près de 66% du capital retenu par les deux premiers actionnaires. Toutefois, les deux types de propriété institutionnelle et managériale sont moins importantes. Les investisseurs institutionnels détiennent des parts importantes dans le capital des firmes étudiées, avec une participation moyenne de 6,41 % tandis que l'actionnariat managériale affiche une participation nettement plus importante qui s'élève à 8,31%. Les disparitions des observations sont respectivement de 0,11768 et 0,19580.

Au-delà des mécanismes se rapportant à la structure de propriété, le conseil d'administration fait apparaître un nombre moyen de 8 administrateurs avec une disparité autour de la moyenne de 3,088. La taille du conseil d'administration des sociétés composant notre échantillon varie de 3 à 14 administrateurs. Tandis que le nombre moyen d'administrateurs indépendants se situe à 1,22 soit un administrateur par entreprise. Ce constat ne semble pas être en conformité avec les dispositions relatives à la réforme de loi sur la SA promulguée en 2019. Nos résultats sont conformes à l'enquête menée en 2015 par l'Institut Marocain des Administrateurs sur les pratiques de gouvernance chez les sociétés cotées qui montre que 55% des sociétés cotées affirment intégrer au moins un administrateur indépendant à leur conseil d'administration.

En ce qui concerne les variables de contrôle, il paraît que les entreprises de contrôle de notre échantillon représentent un chiffre d'affaire moyen de 10,13 Mdhs et un ratio d'endettement de 38%. La taille et l'endettement s'écartent de la moyenne respectivement de 14,97 et 1,65 ce qui traduit une légère disparité entre les sociétés composant notre échantillon.

Enfin, l'analyse descriptive de la variable dichotomique « secteur d'activité » montre que seulement 29% des sociétés cotées sont classées dans le secteur de l'industrie tandis que plus de 71 % des sociétés restantes opèrent dans différents secteurs que nous avons classé dans la catégorie « Autres ».

4.2 RESULTATS ET INTERPRETATIONS DES TESTS MULTIVARIES

Avant de commencer l'analyse linéaire de la régression et décrire les relations entre les différentes variables, nous vérifions d'abord l'adéquation des variables indépendantes retenues. Ce test dit de multicolinéarité bivariée permet de s'assurer que les variables de prévision du modèle ne sont pas corrélées entre elles.

Tableau 3. Matrice des corrélations (Pearson) entre les variables

	Conc_cap	Prop_inst	Prop_man	Taille_CA	Indep_ca	Secteur_firm	End-firme	Taille_firm
Conc_cap	1							
Prop_inst	,045	1						
Sig.	,736							
Prop_man	-,284*	-,174	1					
Sig.	,031	,190						
Taille_CA	,172	,206	-,171	1				
Sig.	,197	,122	,200					
Indep_CA	,057	,112	-,007	,278*	1			
Sig.	,670	,403	,959	,034				
Secteur_firm	,112	-,081	,156	-,101	,141	1		
Sig.	,401	,548	,243	,451	,291			
End_firm	-,350	-,051	,513	-,012	,023	-,046	1	
Sig.	,007	,703	,000	,930	,862	,734		
Taille_firm	,120	-,224	-,004	-,008	-,243	-,172	,050	1
Sig.	,371	,091	,978	,951	,066	,198	,711	1

*La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).**
*La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).***

En examinant la matrice des coefficients de corrélation de Pearson, nous constatons que toutes les relations affichent des coefficients de corrélations inférieur à 0,7. Ainsi, nous écartons tout risque de colinéarité entre les variables explicatives. Ce constat renseigne sur la qualité du modèle et prouve sa validité.

Une fois le risque de multicolinéarité écarté, nous pouvons dès lors nous focaliser sur les résultats obtenus afin de repérer les variables qui expliquent le mieux le modèle. Pour cela, nous menons une régression linéaire multiple dont les résultats sont présentés dans le tableau 4 ci-dessous.

Tableau 4. Résultats de la régression linéaire

Variables indépendantes	Variable dépendante: ROE		
	Bêta	**T-student**	**Sig.**
(Constante)		1,754	,086
Conc_cap	-,110	-1,421	,162
Prop_inst	,162	2,211	,032
Prop_man	,091	1,077	,287
Taille_CA	-,102	-1,350	,183
Indep_ca	-,022	-,287	,775
Secteur_firm	,009	,127	,900
End-firme	,769	9,102	,000
Taille_firm	,025	,326	,746

Avec R-deux= 0,767
R-deux ajusté= 0,729
F=20,189
Sig=,000

L'appréciation de la significativité globale du modèle de régression est faite sur la base du test de Fisher. La valeur F est 20,189 significative à p <0,0005 ce qui nous conduit à confirmer l'effet explicatif des variables indépendantes et rejeter l'hypothèse nulle d'absence de relation entre les variables.

La pertinence de ce modèle est approuvée par le coefficient de détermination R2-ajusté qui affiche une valeur de 0,767 au seuil de 1%. Cela signifie que le module est robuste et explique pertinemment la relation entre les mécanismes de gouvernance et la performance des sociétés non financières cotées.

En ce qui concerne l'association individuelle des variables, l'examen des coefficients de régression montre que l'ensemble des caractéristiques de la structure de propriété et du conseil d'administration présentent des variables explicatives significatives. D'une manière particulière, la variable concentration du capital, exprimant la part détenue par les deux premiers actionnaires, est significativement associée à la performance de l'entreprise. Ce résultat présente un signe négatif et converge avec les suppositions théoriques telles qu'avancées par les adeptes de la théorie d'agence. Ces derniers, rappelons-le, considèrent que lorsque le capital est concentré sous les mains des propriétaires majoritaires, cela peut transférer les conflits d'agence entre les dirigeants et les actionnaires à un conflit entre les actionnaires majoritaires et minoritaires [30].Les actionnaires majoritaires exercent un contrôle sur l'équipe dirigeante et exproprient des richesses des actionnaires minoritaires. En effet, la présence d'actionnaires majoritaires notamment dans les entreprises familiales peut limiter l'efficacité du conseil d'administration. En tant que représentant de la famille, l'actionnaire majoritaire peut empêcher les administrateurs externes à exercer efficacement leur rôle de contrôle.

La sous performance dégagée par la présence d'actionnaires majoritaires peut être expliquée par le caractère du tissu économique marocain. Durant les dix dernières années, de nombreuses entreprises à caractère familial ont été introduites en bourse. Celles-ci nomment souvent des dirigeants de leurs familles et évitent de désigner des administrateurs externes et indépendants dont la présence peut desservir leurs intérêts.

Par ailleurs, nous remarquons que la propriété managériale participe dans la création de la valeur au sein des entreprises cotées. Ce résultat est cohérent avec le constat théorique selon lequel, la détention des parts du capital par le dirigeant réduit les conflits d'intérêts [20] et entraîne une convergence des intérêts des dirigeants et des actionnaires.

En ce qui concerne l'effet de la propriété institutionnelle sur la création de valeur, nos résultats mettent en avant une contribution importante des institutionnelles dans la performance des sociétés cotées. La présence des investisseurs

institutionnels dans le capital des entreprises de notre échantillon exerce une influence positive et significative sur leur performance. Ces derniers participent activement dans le management de l'entreprise et influencent ses orientations stratégiques.

Concernant le conseil d'administration, l'examen de la relation entre la taille de celui-ci et la performance de l'entreprise montre une corrélation négative et significative. Ceci trouve sa justification dans la théorie de l'agence soutenant qu'un nombre élevé d'administrateurs peut influencer négativement l'efficacité du conseil d'administration. Ceci émane du désaccord et du manque de coordination dans les décisions de gestion [31]. Nous concluons donc qu'une taille importante est source de conflit au sein du conseil, ce qui sème un climat favorisant l'attitude discrétionnaire des dirigeants. Nos résultats convergent avec ceux dégagés par [34] qui considèrent que les entreprises dont le conseil d'administration est de petite taille sont plus performantes en ce sens où les administrateurs peuvent licencier facilement les mauvais dirigeants. Ces résultats corroborent également avec ceux de [13] qui trouvent une relation négative entre la taille du conseil d'administration et la performance d'un échantillon d'entreprises finlandaises.

En ce qui concerne l'indépendance des administrateurs, nous trouvons une relation significative, mais négative. Ce résultat inattendu ne va pas dans le sens des études de [14], [15] qui ont conclu que la présence d'administrateurs indépendants est positivement liée à la performance de l'entreprise. Encore une fois, un tel résultat peut être expliqué par le caractère familial des entreprises marocaines, qui exerce une influence sur les administrateurs non exécutifs et les empêchent de contrôler efficacement l'entreprise.

5 CONCLUSION

L'objet de cette recherche est d'examiner la relation entre les mécanismes de gouvernance et la performance des sociétés non financières cotées à la bourse de Casablanca. Plus précisément, ce travail examine l'impact de certaines caractéristiques de la structure de propriété (concentration du capital, la présence actionnariat managérial, actionnariat institutionnel) et du conseil d'administration (taille du conseil et indépendance des administrateurs sur la performance mesurée par le ratio ROE (Return on Equity).

Les résultats de l'estimation du modèle de régression multiple, confirment un lien négatif entre le conseil d'administration et la structure de propriété à l'exception de la propriété institutionnelle et managériale et la performance financière des cinquante-huit entreprises composant notre échantillon. Ainsi, plus le capital est concentré, moins est la performance de l'entreprise. De même, aussi élevé le nombre d'administrateurs et la proportion d'indépendants qui y siègent, moins sera la performance de l'entreprise.

Si cette recherche permet d'apporter un nouvel éclairage sur la gouvernance des firmes non financières cotées, elle n'est pas sans limite. Ainsi, nous estimons important de présenter certaines de ces imperfections pour mieux orienter les travaux futurs. La première de ces limites est le terrain d'investigation qui reste limité aux sociétés non financières cotées écartant les sociétés financières. Nous sommes d'avis qu'il serait judicieux d'élargir le champ de l'étude pour couvrir un échantillon plus large.

La seconde limite concerne la méthodologie déployée. Celle-ci repose sur une approche purement quantitative reposant sur une modélisation conceptuelle des phénomènes issus de la littérature. Or, certains résultats de cette recherche méritent d'être approfondis en appuyant sur une méthodologie séquentielle mixte. En ce sens, des entretiens semi-directifs auprès des dirigeants et des administrateurs pourraient apporter des réponses à l'effet négatif sur la performance de certains mécanismes étudiés.

REFERENCES

[1] Ronald C. Anderson and David M. Reeb. 2004. Board composition: Balancing family influence in S&P 500 firms. Adm. Sci. Q. 49, 2 (2004), 209–237.
[2] Ian R Appel, Todd A Gormley, and Donald B Keim. 2019. Standing on the Shoulders of Giants: The Effect of Passive Investors on Activism. Rev. Financ. Stud. 32, 7 (July 2019), 2720–2774. DOI: https://doi.org/10.1093/rfs/hhy106.
[3] Adolf Augustus Berle and Gardiner Gardiner Coit Means. 1991. The modern corporation and private property. Transaction publishers.
[4] Adolf Berle and Gardiner Means. 1932. The Modern Corporation and Private Property (Mac-Millan, New York, NY). (1932).
[5] Sanjai Bhagat and Bernard Black. 1999. The uncertain relationship between board composition and firm performance. Bus. Lawyer (1999), 921–963.
[6] Gérard Charreaux. 1999. La théorie positive de l'agence: lecture et relectures. G Koenig (1999).

[7] Gérard Charreaux. 2015. Pour une véritable théorie de la latitude managériale et du gouvernement des entreprises. Rev. Fr. Gest. 41, 253 (2015), 189–212.
[8] Carl R. Chen and Thomas L. Steiner. 2000. Tobin'sq, managerial ownership, and analyst coverage: A nonlinear simultaneous equations model. J. Econ. Bus. 52, 4 (2000), 365–382.
[9] Ken Y. Chen, Randal J. Elder, and Shengmin Hung. 2010. The Investment Opportunity Set and Earnings Management: Evidence from the Role of Controlling Shareholders. Corp. Gov. Int. Rev. 18, 3 (2010), 193–211. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1467-8683.2010.00793.x.
[10] Marcia Millon Cornett, Alan J. Marcus, Anthony Saunders, and Hassan Tehranian. 2007. The impact of institutional ownership on corporate operating performance. J. Bank. Finance 31, 6 (June 2007), 1771–1794. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2006.08.006.
[11] James F. Cotter, Anil Shivdasani, and Marc Zenner. 1997. Do independent directors enhance target shareholder wealth during tender offers? J. Financ. Econ. 43, 2 (February 1997), 195–218. DOI: https://doi.org/10.1016/S0304-405X (96) 00886-0.
[12] Harold Demsetz. 1983. The structure of ownership and the theory of the firm. J. Law Econ. 26, 2 (1983), 375–390.
[13] Theodore Eisenberg, Stefan Sundgren, and Martin T. Wells. 1998. Larger board size and decreasing firm value in small firms. J. Financ. Econ. 48, 1 (1998), 35–54.
[14] Eugene F. Fama. 1980. Agency problems and the theory of the firm. J. Polit. Econ. 88, 2 (1980), 288–307.
[15] Eugene F. Fama and Michael C. Jensen. 1983. Separation of ownership and control. J. Law Econ. 26, 2 (1983), 301–325.
[16] Eugene F. Fama and Michael C. Jensen. 1983. Separation of ownership and control. J. Law Econ. 26, 2 (1983), 301–325.
[17] Ferdinand A. Gul and Sidney Leung. 2004. Board leadership, outside directors' expertise and voluntary corporate disclosures. J. Account. Public Policy 23, 5 (2004), 351–379.
[18] Benjamin E. Hermalin and Michael S. Weisbach. 1988. The determinants of board composition. RAND J. Econ. (1988), 589–606.
[19] Michael C. Jensen. 1993. The modern industrial revolution, exit, and the failure of internal control systems. J. Finance 48, 3 (1993), 831–880.
[20] Michael C. Jensen and William H. Meckling. 1976. Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. J. Financ. Econ. 3, 4 (1976), 305–360.
[21] Helen Kang, Mandy Cheng, and Sidney J. Gray. 2007. Corporate governance and board composition: Diversity and independence of Australian boards. Corp. Gov. Int. Rev. 15, 2 (2007), 194–207.
[22] Rafael La Porta, Florencio Lopez-de-Silanes, and Andrei Shleifer. 1999. Corporate ownership around the world. J. Finance 54, 2 (1999), 471–517.
[23] Ho-Uk Lee and Jong-Hun Park. 2008. The Influence of Top Management Team International Exposure on International Alliance Formation. J. Manag. Stud. 45, 5 (July 2008), 961–981. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2008.00772.x.
[24] Martin Lipton and Jay W. Lorsch. 1992. A modest proposal for improved corporate governance. Bus. Lawyer (1992), 59–77.
[25] John J. McConnell and Henri Servaes. 1990. Additional evidence on equity ownership and corporate value. J. Financ. Econ. 27, 2 (October 1990), 595–612. DOI: https://doi.org/10.1016/0304-405X (90) 90069-C.
[26] Randall Morck, Andrei Shleifer, and Robert W. Vishny. 1988. Management ownership and market valuation: An empirical analysis. J. Financ. Econ. 20, (1988), 293–315.
[27] Stuart Rosenstein and Jeffrey G Wyatt. 1990. Outside directors, board independence, and shareholder wealth. J. Financ. Econ. 26, 2 (August 1990), 175–191. DOI: https://doi.org/10.1016/0304-405X (90) 90002-H.
[28] Anthony Saunders, Marcia Millon Cornett, Alan J. Marcus, and Hassan Tehranian. 2003. The Impact of Institutional Ownership on Corporate Operating Performance. Social Science Research Network, Rochester, NY. DOI: https://doi.org/10.2139/ssrn.468800.
[29] Andrei Shleifer and Robert W. Vishny. 1986. Large shareholders and corporate control. J. Polit. Econ. 94, 3, Part 1 (1986), 461–488.
[30] Andrei Shleifer and Robert W. Vishny. 1997. A Survey of Corporate Governance. J. Finance 52, 2 (1997), 737–783. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1997.tb04820.x.
[31] W. Gary Simpson and Anne E. Gleason. 1999. Board structure, ownership, and financial distress in banking firms. Int. Rev. Econ. Finance 8, 3 (1999), 281–292.
[32] Jerry Sun, George Lan, and Zhenzhong Ma. 2014. Investment opportunity set, board independence, and firm performance: The impact of the Sarbanes-Oxley Act. Manag. Finance 40, 5 (May 2014), 454–468. DOI: https://doi.org/10.1108/MF-05-2013-0123.
[33] Steen Thomsen and Torben Pedersen. 2000. Ownership structure and economic performance in the largest European companies. Strateg. Manag. J. 21, 6 (2000), 689–705.
[34] David Yermack. 1996. Higher market valuation of companies with a small board of directors. J. Financ. Econ. 40, 2 (1996), 185–211.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 861-869
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Modélisation ARDL et causalité entre dépenses publiques sportives et croissance économique en Côte d'Ivoire de 1970 à 2010

[Modelling ARDL and causality between public sports expenditure and economic growth in Côte d'Ivoire from 1970 to 2010]

Serge A. Ayekoe[1] and Denis Acclassato Houensou[2]

[1]Docteur en Economie du Sport, Université Félix Houphouet Boigny (UFHB), Abidjan-Cocody, INJS Abidjan, BPV 54 Abidjan, Côte d'Ivoire

[2]Professeur Titulaire des Facultés de Sciences Economiques, Université d'Abomey-Calavi (FASEG UAC), 01 BP 526 Calavi - Cotonou, Benin

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This study uses the Granger cointegration and causality test procedure developed as part of an ARDL (Autoregressive Distributed Lag) model to determine the effect of public sports spending on economic growth in Côte d'Ivoire. The results indicate that in the short term, consumer sports spending has a positive effect on economic growth, which is consistent with the Granger Causality Test estimates that reveal, two-way causality between operating sports expenditures and economic growth.

KEYWORDS: Public sports expenditure, economic growth, stationarity, co-integration, ARDL.

RESUME: Cette étude utilise la procédure des tests de cointégration et de causalité de Granger développée dans le cadre d'un modèle ARDL (Autoregressive Distributed Lag) pour déterminer l'effet des dépenses publiques sportives sur la croissance économique en Côte d'Ivoire. Les résultats indiquent que sur le court terme, les dépenses sportives de consommation ont un effet positif sur la croissance économique, ce qui est cohérent avec les estimations du test de causalité de Granger qui révèlent, une causalité bidirectionnelle entre les dépenses sportives de fonctionnement et la croissance économique.

MOTS-CLEFS: Dépenses publiques sportives, croissance économique, stationnarité, cointégration, ARDL.

1 INTRODUCTION

La relation entre les dépenses publiques et la croissance économique demeure l'un des thèmes sur lesquels économistes et spécialistes des finances publiques ont le plus consacré de temps et de travaux ces trente dernières années. L'inclusion des dépenses publiques productives a été réalisée pour la première fois par [1] qui a intégré le rôle actif de la politique du gouvernement dans un modèle standard de croissance endogène. En ce qui concerne le rôle de l'Etat dans l'économie, l'auteur parvient à montrer un peu plutard que les dépenses publiques agissent soit sur la fonction d'utilité, soit sur la fonction de production privée [2]. La référence [2] modélise l'intervention de l'Etat dans l'économie.

Les économistes du sport s'inscrivent dans la même perspective et présentent les installations comme des instruments du développement économique régional ou local. Aux Etats-Unis, Les arguments les plus fréquemment évoqués pour justifier l'utilisation des fonds publics pour la construction de stades, concernent l'impact potentiel de ces constructions et des équipes qui les utilisent sur l'économie locale [3].

Sur le continent européen, une étude réalisée pour le compte du Conseil de l'Europe, a attribué un rôle prépondérant aux investissements publics en infrastructures sportives, en matière de création d'emplois. Selon cette étude, les investissements en créations d'équipements sportifs ont permis à 115 715 personnes de travailler dans le secteur du sport aussi bien dans l'enseignement de disciplines sportives et de loisirs, les activités des centres de culture physique, les activités de club de sports, la gestion d'installations sportives et les autres activités liées au sport [4]. Auparavant, une étude similaire était parvenue à montrer, que le sport prit au sens large, avait généré une valeur ajoutée de 407 milliards d'Euros en 2004, soit 3,7 % du PIB de l'Union, et a créé quinze millions d'emplois, soit 5,4 % de la main-d'œuvre [5].

En Côte d'Ivoire, le sport fait partie du champ d'action publique. L'Etat y consacre une part non négligeable de la richesse nationale de l'ordre 0,3 à 0,5% du PIB [6], avec pour objectif la démocratisation des pratiques sportives, les avantages pour la santé des populations, l'éducation de ceux qui les pratiquent, ainsi que pour le développement du sport de compétition ou de haut niveau et la participation des équipes aux compétitions internationales. En marge des quelques succès obtenus dans les compétitions internationales, il convient de s'interroger sur l'importance des dépenses sportives publiques et de son rôle « productif » dans la croissance économique et la création d'emplois en Côte d'Ivoire.

Ainsi, cette étude vise à de déterminer l'existence d'une relation entre les dépenses publiques et la croissance économique. Elle utilise la méthode d'estimation ARDL (Autorégressive Distributed Lag) pour modéliser la dynamique de long et de court terme de l'effet des dépenses publiques sportives sur la croissance économique en Côte d'Ivoire à partir des données allant de la période 1970 – 2010.

2 MODÈLE ET DONNÉES DE L'ÉTUDE

Il sera question dans cette section, de présenter la procédure des tests de cointégration et de causalité de Granger développée dans le cadre d'un modèle ARDL (Autoregressive Distributed Lag), ainsi que les données de l'étude.

2.1 MODÉLISATION ARDL

Le modèle retenu est inspiré des travaux de [7]. Sa particularité est d'utiliser une fonction de production de type Cobb-Douglass pour prendre en compte la dynamique temporelle dans l'explication d'une variable (série chronologique), améliorant ainsi les prévisions et efficacité des politiques économiques (décisions, actions, etc.). Ces modèles dynamiques se présentent sous la forme générale suivante:

$$Yt = f(Xt, Yt-p, Xt-q) \quad (1.1)$$

Avec les variables explicatives (Xt), la variable dépendante décalée (Yt-p) et les valeurs passées de la variable indépendante (Xt-q).

Dans le cadre de cette étude, ou nous cherchons à saisir les effets sur la croissance économique (pib: variable dépendante) des dépenses publiques sportives (variable d'intérêt), tenant compte d'autres variables de contrôle comme la formation brute du capital humain (population active), nous proposons d'estimer un modèle ARDL pour la fonction suivante (forme fonctionnelle linéaire):

$$LOGPIB_t = \sum_{i=1}^{P} a_i LOGPIB_{t-1} + \sum_{i=0}^{q_1} b_i LOGDSINV_{t-1} + \sum_{i=0}^{q_2} c_i LOGDSFONC_{t-1} + \sum_{i=0}^{q_3} c_i LOGPOPAC_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1.2)$$

Si l'on se propose de saisir les effets de court terme et ceux de long terme des variables explicatives ci-dessus sur la croissance économique, la représentation ARDL de la fonction s'écrira:

$$\Delta LOGPIB_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i \Delta LOGPIB_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_1} \beta_i \Delta LOGDSINV_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_2} \gamma_i \Delta LOGDSFONC_{t-i} + \sum_{i=1}^{q_3} \delta_i \Delta LOGPOPAC_{t-i} + \phi_1 LOGPIB_{t-1} + \phi_2 LOGDSINV_{t-1} + \phi_3 LOGDSFONC_{t-1} + \phi_4 LOGPOPAC_{t-1} + \eta_t \quad (1.3)$$

Où Δ est l'opérateur de différence première, η_t est un bruit blanc, $\phi_i, i = 1,..,4$ sont les coefficients de la relation de long terme, tandis que $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$ et δ_i représentent les coefficients de la dynamique de court terme. En supposant que les coefficients de la relation de court terme sont tous nuls, on obtient la relation de long terme suivante:

$$LOGPIB_t = \theta_0 + \theta_1 LOGDSINV_{t-1} + \theta_2 LOGDSFONC_{t-1} + \theta_3 LOGPOPAC_{t-1} + \mu_t \quad (1.4)$$

Avec : $\theta_0 = -\frac{\alpha_0}{\phi_1}, \theta_1 = -\frac{\phi_2}{\phi_1}, \theta_2 = -\frac{\phi_3}{\phi_1}, \theta_3 = -\frac{\phi_4}{\phi_1}$ *et* μ_t *un bruit blanc*

Comme pour tout modèle dynamique, la procédure « bounds tests » de cointégration permet la détermination du nombre optimal de retards de chaque variable. Elle se fait par la minimisation des critères d'information (Akaike-AIC, Shwarz-SIC et Hannan-Quin). En effet, le choix du nombre de retards peut avoir une influence majeure sur la performance des tests de cointégration. Une fois les retards déterminés, avant de procéder au test de cointégration, la règle de décision se prend selon la valeur de la F-stat par rapport aux bornes d'un intervalle:

a) Si la valeur de la F-stat dépasse la borne supérieure, alors on rejette l'hypothèse nulle H0 et on conclut à l'existence d'une relation de long terme entre les variables considérées;
b) Si la valeur de la F-stat est plus petite que la borne inférieure, alors on accepte H0 et on conclut qu'il n'y a pas de relation de long terme entre les variables considérées;
c) Si la valeur de la F-stat est comprise entre les deux bornes, alors on ne peut pas conclure.

Si l'hypothèse nulle d'absence de cointégration est rejetée, on estime le modèle à correction d'erreur suivant:

$$\Delta LOGPIB_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p-1} \alpha_i \Delta LOGPIB_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_1-1} \beta_i \Delta LOGDSINV_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_2-1} \gamma_i \Delta LOGDSFONC_{t-i} + \sum_{i=1}^{q_3-1} \delta_i \Delta LOGPOPAC_{t-i} + \lambda \rho_{t-1} + \sigma_t \quad (1.5)$$

Dans cette équation, ρ_{t-1} est le résidu de la relation de long terme décalé d'une période et λ est le coefficient de correction d'erreur ou la force de rappel du modèle. Le modèle à correction d'erreur n'est valide que si ce dernier est négatif et significatif au seuil de 5%. Dans le cas où l'hypothèse nulle d'absence de cointégration est acceptée, on estime un modèle ARDL en différence première comme suit:

$$\Delta LOGPIB_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p-1} \alpha_i \Delta LOGPIB_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_1-1} \beta_i \Delta LOGDSINV_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_2-1} \gamma_i \Delta LOGDSFONC_{t-i} + \sum_{i=1}^{q_3-1} \delta_i \Delta LOGPOPAC_{t-i} + \nu_t \quad (1.6)$$

2.2 DONNÉES DE L'ÉTUDE

La présente étude utilise des données annuelles couvrant la période 1970-2010. Les données collectées proviennent généralement de la direction Générale du Budget et des Finances (DGBF) du ministère de l'Économie et des Finances. Pour les dépenses publiques sportives de la période 1970-1999, les données sont issues des archives sur les lois de finances correspondant à cette période. Pour la période 2000-2010, les données sont produites par la SIGFiP (Système Intégré de Gestion des Finances Publiques). Toutes ces données regroupent des données concernant la part de budget alloué au sport sur la période 1970-2010. Les données sur le PIB réel proviennent de la banque de données « Perspective Monde »: http://perspective.usherbrooke.ca] issues des tables statistiques de la Banque Mondiale. Celles relatives à la population active (POPACT), proviennent des données statistiques sur la population de la Banque Mondiale compilée par l'organisation internationale du travail (OIT).

Deux catégories de variables seront à priori privilégiées pour arriver à cette fin: le PIB et les dépenses publiques sportives. La première est utilisée comme proxy de la croissance économique, la seconde comme représentative du poids du secteur sportif dans l'économie. A défaut d'obtenir les données sur la population active dans le secteur sportif, ce facteur a été approximé par le taux d'évolution de la population active totale et introduite dans l'équation.

Dans la grande majorité des cas, les économistes proposent de transformer ces différentes variables en logarithme pour plusieurs raisons [8]: i) la pente de la série transformée correspond au taux de croissance; ii) la première différence de la série est plus stable et, iii) la différence entre deux séries s'interprète aussi comme une distance en pourcentages. Cette technique permet à l'analyste d'interpréter les coefficients des variables comme des élasticités. Ainsi, dans la présente étude, les données ont subi une transformation logarithmique.

LPIB: Logarithme du PIB réel, la variable endogène
LDSFONC: Logarithme des dépenses sportives de fonctionnement,
LDSINV: Logarithme Dépenses sportives d'investissement,
LPOPACT: Logarithme du nombre de personne ayant un emploi et les chômeurs, les vvariables exogènes.

3 RÉSULTATS

Dans cette partie les résultats de l'estimation du modèle explicatif de l'impact des dépenses publiques sportives sur la croissance économique sont présentés et discutés. Après l'étude de la stationnarité à l'aide des tests de racine unitaire (Dickey-Fuller), il sera ensuite question d'estimer le nombre de retard optimal du modèle ARDL, suivi de la présentation des résultats du test de cointégration du modèle à correction d'erreur. Enfin, ce qui suit permettra estimer les coefficients de la relation de court et long terme, ainsi que les tests de causalité de granger.

3.1 ÉVOLUTION DES SÉRIES CHRONOLOGIQUES PIB ET DSGEN

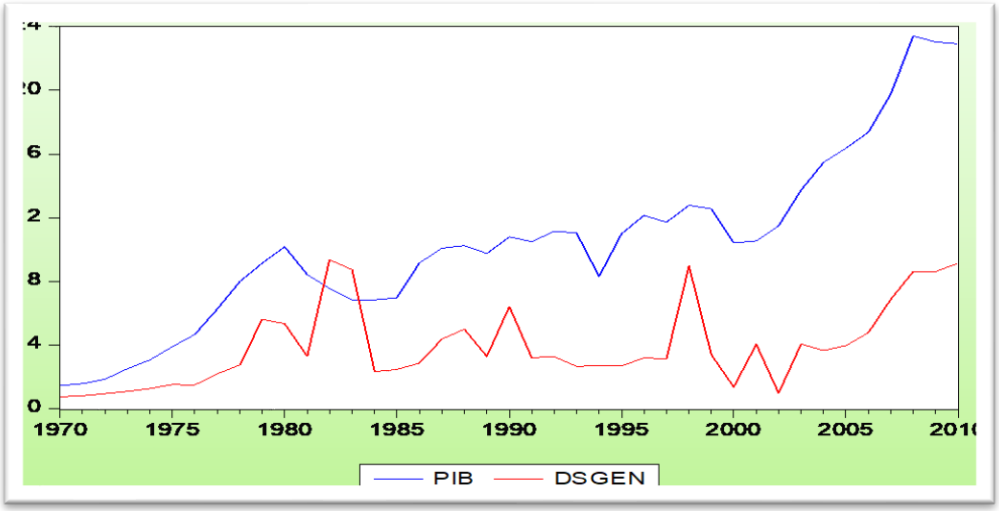


Fig. 1. Évolution des séries chronologiques PIB et DSGEN

Selon la figure 1, les principales séries chronologiques à savoir le PIB et DSGEN évoluent selon une tendance commune à la hausse, Il convient de s'intéresser à leur degré de stationnarité avant l'étude de leur niveau de cointégration.

Tableau 1. Résultats des tests de stationnarité

	NIVEAU			DIFFERENCE PREMIERE			Ordre d'intégration
	ADF	PP	KPSS	ADF	PP	KPSS	
LOGPIB	0,21 (-2,93)	0,21 (-2,93)	0,73 (0,46)	4,96 (-2,93)	4,96 (-2,93)	0,14 (0,46)	I (1)
LOGDSINV	3,98 (-2,93)	3,89 (-2,93)	0,06 (0,46)	8,10 (-2,94)	8,33 (-2,93)	0,06 (0,46)	I (1)
LOGDSFONC	2,24 (-2,93)	2,24 (-2,93)	0,52 (0,46)	9,74 (-2,93)	9,61 (-2,93)	0,16 (0,46)	I (1)
LOGPOPAC	0,50 (0,87)	0,54 (0,87)	0,76 (0,46)	4,90 (-2,93)	4,75 (-2,93)	0,08 (0,46)	I (1)

**Les valeurs entre () correspondent aux valeurs critiques au seuil de 5%*

Au regard des résultats présentés dans le tableau 1, toutes les variables du modèle (sauf la variable LOGDSINV) ne sont pas stationnaires en niveau car pour les tests ADF et PP, les valeurs calculées de la t statistique des tests sont supérieures aux valeurs critiques au seuil de 5%. Ce qui implique que l'hypothèse nulle de non stationnarité et de racine unitaire est acceptée dans les deux cas. En ce qui concerne le test de KPSS, la valeur de la t statistique calculée pour chaque variable, du test est plus grande que la valeur critique à 5%, l'hypothèse nulle de stationnarité est donc rejetée. Conformément à ces résultats, les séries de cette étude sont donc non stationnaires. En reprenant les tests sur les variables en différence première, tous les tests confirment que les variables sont stationnaires en différence première, elles sont donc intégrées d'ordre 1 [I (1)] et peuvent être soumises à la procédure de test de [9].

3.2 ESTIMATION DU RETARD OPTIMAL DU MODÈLE ARDL

L'étude de cointégration nécessite la détermination du retard optimal du modèle ARDL sous la contrainte de la non-autocorrélation des résidus. Le tableau 2 présente les valeurs des critères d'information (AIC, SIC et HQ). Le modèle ARDL (1,2,0,0) minimise les différents critères d'informations et ne souffre pas d'autocorrélation des erreurs comme l'atteste la p-value du test de Breusch-Godfrey (0,17). Il indique aussi que le retard optimal pour le modèle ARDL (1, 2, 0,0) du test est d'ordre 2.

Tableau 2. Estimation du retard optimal du modèle ARDL

Modèle	AIC	SIC	HQ	p-value (Breusch-Godfrey)
ARDL (1, 2, 0,0)	-5,08*	-4,79*	-4,97*	0,17**

** indique que le modèle minimise le critère d'information.*
*** indique que l'hypothèse nulle de non autocorrélation est acceptée*

Tableau 3. Résultats de l'estimation modèle à correction d'erreur

Variables	Coefficients	Ecart-type	Stat. F	p-value
$\Delta logdsfonc$	0,24	0,19	1,24	0,22
$\Delta logdsfonc\ (-1)$	0,34	0,18	1,89	0,06
C	-1,70	1,39	-1,21	0,23
$logdsfonc\ (-1)$	-0,37	0,26	-1,41	0,16
$logdsinv\ (-1)$	-0,11	0,15	-0,71	0,47
$logpopac\ (-1)$	8,58	3,84	2,23	0,03
$logpib\ (-1)$	-0,12	0,11	-1,08	0,28
R^2	0,69			
F-statistique	2,92			
Prob (F-statistique)	0,02			
Breusch-Godfrey)	0,17			
Breush − Pagan		0,40		
Jarque − Bera		0,39		

Le résultat du test de cointégration est globalement significatif, car la p-value de la statistique de Fisher (0,02) est inférieur au seuil critique de 5%. Ce résultat montre que le modèle à correction d'erreur est globalement significatif. De plus le modèle retenu respecte les hypothèses des tests sur le résidu; normalité des erreurs de [10] auto-corrélation des erreurs ([11], [12]) et d'hétéroscédasticité des erreurs de [13].

En effet, les statistiques des tests correspondants sont inférieures aux valeurs seuils. Le test de normalité des erreurs Jarque-Berra estimé à 0,39 est inférieur à la valeur seuil (5,99) et les tests d'autocorrélation et d'hétéroscédasticité des erreurs sont inférieurs à 5%. Les variables peuvent donc faire l'objet de test de cointégration.

Le tableau 4 présente les estimations de la procédure de cointégration Il ressort de ce tableau que la valeur de la statistique de Fisher (F=3,72) est supérieure à la borne supérieure de Pesaran (3,67) au seuil de 5%. Ce résultat conduit à rejeter l'hypothèse d'absence d'une relation de cointégration entre les variables. Il révèle qu'il y'a une cointégration entre le PIB et les variables explicatives de l'étude. De plus, ce résultat permet de conclure qu'il existe bel et bien une relation de long terme entre la variable endogène, ici LPIB, et les variables exogènes, ici LDSFONC, LDSINV et LPOPACT.

Tableau 4. Estimation de la procédure « bounds test » de cointégration

Statistique de Fisher	Seuil critique à 5%	
	Borne inférieure	Borne supérieure
3,72	2,79	3,67

3.3 ESTIMATION DE LA RELATION DE COURT ET LONG TERME

L'existence de mécanismes à correction d'erreur matérialise la combinaison conjointe entre les relations de long et de court terme. Le coefficient ρt-1 qui correspond à la force du rappel vers l'équilibre est le coefficient de correction d'erreur. Selon le tableau 5, ce coefficient est négatif (- 0,10) et significatif au seuil de 5%.

Tableau 5. Résultat d'estimation des coefficients de la relation de court et long terme

Variable	Coefficient	S	Stat. F	p-value
Court terme				
$\Delta logdsfonc$	0,28	0,17	1,60	0,11
$\Delta logdsfonc\ (-1)$	0,38	0,16	2,57	0,024**
$\Delta logdsinv$	- 0,09	0,13	- 0,73	0,46
$\Delta logpopac$	2,62	7,39	1,45	0,046**
ρ_{t-1}	- 0,10	0,02	- 4,40	0,001***
Long terme	- 3,87	0,17	1,60	0,62
$logdsfonc$				
$logdsinv$	- 1,59	0,16	2,57	0,55
$logpopac$	74,94	0,13	- 0,73	0,46
C	- 13,19	7,39	- 0,45	0,65

*** significatifs à 5% et ***significatifs à 1%*

En considérant qu'une relation de long terme existe bel et bien, les coefficients des variables explicatives ne sont pas significatifs (p-value > 5%). Ce qui traduit qu'à long terme, l'impact des dépenses sportives de fonctionnement (LOGDSFONC) et d'investissement (LOGDSINV), ainsi que le taux d'évolution de la population active (LOGPOPACT) sur la croissance économique est négligeable.

Par ailleurs, à court terme, les estimations indiquent que, le coefficient de la variable (LOGDSINV) n'est pas significatif; il n'est donc pas possible d'évoquer son impact sur l'évolution du PIB à court terme. En revanche, les coefficients relatifs aux dépenses sportives de fonctionnement (LOGDSFONC) et de la population active (LOGPOPACT) affichent des signes positifs respectivement de 0,38 et 2,62 avec les p-value significatifs, inférieurs au seuil α de 5%.

Les dépenses sportives de fonctionnement et le taux d'évolution de la population active ont une incidence sur la croissance économique. Ainsi, les dépenses sportives de fonctionnement, ainsi que le taux d'évolution de la population active de l'année précédente, influencent positivement la croissance du PIB de l'année en cours. Si bien qu'une hausse de 1% des dépenses sportives de fonctionnement entraine une hausse de 0,38 % du PIB de l'année à venir. De même, une hausse de 1% du taux de population active agit positivement sur la croissance économique de 2,62%.

3.4 RÉSULTAT DU TEST DE CAUSALITÉ DE GRANGER

D'après le test, la variation du PIB peut être considérée comme « causée selon Granger » par la dépense sportive, si cette dernière est déterminante dans l'estimation de l'évolution du PIB ou encore, d'une manière équivalente, si les coefficients des valeurs retardées de la dépense sportive sont significativement différents de zéro (c'est-à-dire, lorsque la probabilité d'accepter l'hypothèse nulle est inférieure à 0,05). Les résultats du test de causalité de Granger sont présentés dans le tableau 6, qui suit.

Tableau 6. Test de causalité de Granger

Hypothèse nulle	Stat. F	p-value
(1) $\Delta logdsfonc$ ne cause pas $\Delta logPIB$	4,29	0,02
(2) $\Delta logdsinv$ ne cause pas $\Delta logPIB$	2,26	0,12
(3) $\Delta logpopac$ ne cause pas $\Delta logPIB$	3,79	0,03
(4) $\Delta logPIB$ ne cause pas $\Delta logdsfonc$	6,94	0,003
(5) $\Delta logPIB$ ne cause pas $\Delta logdsinv$	1,46	0,24
(6) $\Delta logpopac$ ne cause pas $\Delta logdsinv$	0,32	0,72
(7) $\Delta logpopac$ ne cause pas $\Delta logdsfonc$	3,55	0,04

*** significatifs à 5% et ***significatifs à 1%*

Ce tableau présente les résultats du test de causalité de Granger. Il révèle en ce qui concerne les tests (1), (3), (4) et (7) que les hypothèses nulles sont rejetées car la p-value de chacun de ces tests est inférieur au seuil critique de 5%. Donc les dépenses sportives de fonctionnement (LOGDSFONC), la population active (LOGPOPACT) causent au sens de Granger le PIB en Côte d'Ivoire sur la période d'étude. Mieux, les tests (1) et (4) révèle l'existence de relations de causalité bidirectionnelle bien identifiées à court terme entre les dépenses sportives de fonctionnement (LOGDSFONC) et le PIB. Parallèlement, les tests (3) et (7) indiquent respectivement une relation de causalité unilatérale entre la population active (LOGPOPACT) et le PIB et une autre entre la population active (LOGPOPACT) et les dépenses sportives de fonctionnement (LODDSFONC).

4 DISCUSSION

Cette étude révèle que le modèle ARDL utilisé pour analyser l'effet des dépenses publiques sportives sur la croissance économique en Côte d'Ivoire, admet un mécanisme à correction d'erreur et peut être validé au regard de la p-value du test de Fisher globalement significatif au seuil de 5%. Quant à l'effet productif des dépenses publiques sportives totales sur la croissance économique, la force de rappel ($pt-1 = - 0,107 < 0$) indique qu'il existe bel et bien une relation de long terme entre les dépenses publiques sportives et la croissance du PIB et que la convergence de la dynamique de court terme vers le long terme est d'environ 11%. Autrement dit, il faudrait approximativement 11 ans et 10 mois (1/0,10), soit un peu plus d'une décennie après un choc, pour revenir à la situation d'équilibre.

Ce résultat n'est pas surprenant dans le cas des pays africains (la Côte d'Ivoire en fait partie) où les politiques économiques stratégiques pour favoriser la croissance, ne sont pas mises en place au moment opportun dans les secteurs considérés comme « mineurs", tel que celui du sport. Sur le long terme l'impact des dépenses sportives sur la croissance économique est négligeable. Il est conforme à ceux obtenus par [14], contrairement à [15] qui ont repéré l'évidence d'une relation de long terme entre les dépenses publiques sportives et le Produit Intérieur Brut Réel (PIBR) au Maroc au cours de la période 1990 – 2017. Rappelons-le, ce bilan contre intuitif est tributaire aux politiques économiques absentes ou moins efficaces, dans le domaine du sport.

Sur le plan macroéconomique, ce résultat a un sens compte tenu de l'importance des dépenses sportives de consommation (84,19%) par rapport à celles des investissements (15,81%) dans les dépenses sportives totales, sur la période observée. L'effet négligeable de l'une des composantes des dépenses publiques totales a été envisagé par ([2], [16]), qui a expliqué que la structure des dépenses publiques est déterminante pour expliquer la croissance économique. Les travaux théoriques consacrent l'augmentation du stock de capital physique, au moyen par exemple de dépenses dans les infrastructures sportives, comme un déterminant de la croissance économique et de la productivité à long terme.

Ce résultat obtenu dans le domaine du sport, est différent de celui obtenu par [17] qui est parvenu à montrer que les dépenses publiques d'éducation avaient sur le long terme un impact positif sur la croissance en Côte d'Ivoire. Cependant, pour ce qui est de l'incidence différenciée de la structure des dépenses publiques sportives sur la croissance économique à court terme, ce résultat est conforme aux conclusions de [18]. Cet auteur a révélé à l'aide d'une modélisation ARDL que sur la période 1975-2016, les dépenses d'investissement n'ont pas d'effet visible sur la croissance, ce qui n'est pas le cas des dépenses publiques de consommation qui ont un impact positif sur la croissance dans le cas du Maroc. Il rejoint aussi ceux obtenus par [19] qui a révélé que dans les pays à faibles revenus comme la Côte d'Ivoire, la part importante des dépenses courantes utilisées pour la formation du capital humain à un effet positif sur la croissance économique. Apparemment, la formation du capital humain ou ressources humaines, susceptible d'être utilisé dans le domaine du sport impactent favorablement à court terme la production Nationale. Ce résultat conforme à la théorie, a déjà été obtenu par [20] qui ont également présenté le taux d'évolution de la population active comme un facteur qui contribue à la croissance économique. Aussi, les résultats d'estimation montrent que sur le court ou le long terme, les différentes composantes des dépenses publiques sportives ont un effet différencié sur la croissance économique.

Ensuite, les résultats des tests de causalité (1) et (3) rejoignent les conclusions de [21] qui a établi une causalité bilatérale entre les dépenses de tourisme et la croissance dans les caraïbes. Ils viennent confirmer ceux de la littérature économique issus des travaux de [22], dans le cas des pays de l'UEMOA). A priori, le taux d'évolution de la population active proxy du capital humain, a une influence positive sur le PIB et les dépenses courantes, conforme aux conclusion des travaux de certains théoriciens de la croissance endogène ([23], [24]). Au regard des développements théoriques sur la croissance endogène, ces auteurs ont mis en évidence le rôle positif joué par le capital humain sur la croissance économique. Ce point a été repris par plusieurs auteurs qui ont démontré que les investissements publics dans la formation du capital humain approximé par le taux d'évolution de la population active, induisent à court terme une croissance du PIB ([22], [25], [2]). Aussi, il existe une causalité unidirectionnelle entre les dépenses publiques sportives et la croissance économique en Côte d'Ivoire dans le cas de la présente étude. En d'autres termes, c'est la croissance économique qui cause les dépenses publiques sportives et non l'inverse [26].

5 CONCLUSION

Les dépenses publiques sportives sont dans un certain nombre de cas indispensables, notamment en ce qui concerne le financement des activités régaliennes de promotion du sport. La présente étude avant pour objectif de déterminer l'effet des dépenses publiques sportives sur la croissance économique en Côte d'Ivoire. Pour établir cette relation, nous avons appliqué les techniques du modèle ARDL. Le principal enseignement qui ressort des estimations, est qu'à long terme, les dépenses sportives d'investissement ne contribuent pas significativement à la croissance, contrairement à ce qui se dit dans la littérature où les dépenses publiques exécutées à travers le canal des investissements exercent un effet positif sur la croissance. Cela n'est pas surprenant puisqu'en Côte d'Ivoire, la part accordée aux dépenses d'investissement dans les dépenses sportives totales est relativement faible (15%). En outre, les dépenses sportives d'investissement sont trop souvent exécutées dans le cadre de financement non-marchand (création d'équipement, subvention aux associations), selon une logique de soutien à la promotion du secteur sportif et non une logique de rentabilité économique, d'où le caractère improductif de ces dépenses. Par ailleurs, à court terme, les dépenses sportives de fonctionnement et le taux d'évolution de la population active contribuent significativement à l'évolution du PIB. En effet, une grande par des dépenses affectées au secteur sportif est exécutée à travers le canal des dépenses courantes (84%). Les résultats du test de causalité au sens de Granger, confirment ce qui précède. Ils montrent que les dépenses sportives de fonctionnement et le taux d'évolution de la population active causent la croissance économique. En effet, l'augmentation des dépenses sportives de fonctionnement entraine une augmentation de la demande de formation du capital humain sur le marché. De manière bi-univoque, une augmentation de la population active dans le secteur du sport entraine une augmentation des dépenses courantes de formation de la population active susceptible d'être utilisé dans le domaine du sport, avec un impact favorable à court terme sur la production Nationale et donc sur le PIB. Un tel constat pose deux problèmes, d'une part, celui du seuil au-delà duquel les dépenses de consommation, indispensables au fonctionnement des administrations publiques, deviennent nuisibles à la croissance économique et, d'autre part, celui de la destination effective des dépenses d'investissement effectuées par l'Etat.

REFERENCES

[1] Barro, R. (1981). "Output Effects of Government Purchases". *Journal of Political Economy*, *89*(6), 1086-1121

[2] Barro, R. (1990). "Government spending in a simple model of endogenous growth". *Journal of Political Economy, 98*, 103-125

[3] Baade, R. A. et Dye, R. (1990). "The impact of stadiums and professional sports on metropolitan area development". *Growth and Change*, *21*(2), 1-14

[4] Andreff, W., Dutoya, J. et Montel. J. (2009). "Le modèle européen de financement du sport : quels risques ?", *Revue Juridique et Economique du Sport*, 75-85

[5] Amnyos, (2008). *Etude du financement public et privé du sport*. Etude réalisée dans le cadre de la présidence française de l'Union Européenne, Ministère de la Santé, de la Jeunesse, des Sports et de la Vie Associative et Secrétariat d'Etat aux Sports, Paris, octobre

[6] Tchioutchoua, L. S. (2008). *Répartition sectorielle des dépenses publiques et croissance économique en Côte D'Ivoire* (Rapport de stage) ENSEA, Abidjan

[7] Romer, P. (1990). "Endogenous Technological Change". *Journal of Political Economy, 98*(5), 571-102

[8] Montgomery, D.C. et Peck, E., A. (1982). *Introduction to linear regession analysis*. John Wiley & Sons. 504p

[9] Pesaran, M. H., Shin, Y. &. Smith, R. J. (2001). "Bounds testing approaches to the analysis of level relationships", *Journal of Applied Econometrics*, *16*(3), 289–326

[10] Jarque, C. et Bera A. (1981), "Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals: Monte Carlo Evidence". *Economics Letters*, *7*(4), 313-318

[11] Breusch, T. S. (1978). "Testing for Autocorrelation in Dynamic Linear Models", *Australian Economic Papers*. 17: 334–355

[12] Godfrey, L. G. (1978). "Testing Against General Autoregressive and Moving Average Error Models when the Regressors Include Lagged Dependent Variables". *Econometrica*. 46, 1293–1301

[13] T.S. Breusch and A. R. Pagan, "A simple test for heteroscedasticity and random coefficient variation", *Econometrica*, 47, 1287-1294, 1979.

[14] S. A. Ayekoe, "Impact des dépenses publiques sportives sur la croissance économique en côte d'ivoire de 1990 À 2010". *European Scientific Journal, ESJ*, *10*(31), 224-246, 2014.

[15] B. Elotmani and A. Bensbahou, "Impact des dépenses publiques sportives sur la croissance économique au Maroc de 1990 à 2017 : une analyse économétrique". *Revue AME*, *3*(3), 581-602, 2021

[16] R. J. Barro, "Economic Growth in a Cross Section of Countries". *The Quarterly Journal of Economics*, *106*(2), 407-443, 1991

[17] M. Coulibaly, "Impact des dépenses d'éducation sur la croissance en Côte d'Ivoire", *European Scientific Journal*, vol. 9, n°25, pp. 443-464, 2013.

[18] J. El-Alaoui, "L'impact des depenses publiques sur la croissance economique: approche par le modele ardl cas du maroc". *Revue du Contrôle de la Comptabilité et de l'Audit*, (6), 638 – 653, 2018

[19] Dion L.-A. (2016). *Composition des dépenses publiques et impacts sur la croissance économique : analyses théoriques et empiriques sur des panels de pays développés, émergents et en voie de développement* (Thèse de doctorat). Université de Bourgogne en France

[20] Kneller, R., Bleaney, M. et Gemmell, N. (1999). "Fiscal policy and growth: evidence from OECD countries". *Journal of Public Economics*, *74*(2), 171-190, 1999

[21] Dupont, L. (2015). *La relation entre tourisme, croissance et développement inclusifs dans les petites destinations insulaires de luxe: l'exemple d'Anguilla dans la Caraïbe. Études caribéennes*

[22] Tenou, K. (1999). Les déterminants de la croissance à long terme dans les pays de l'UEMOA, *Notes d'Information et Statistiques*, Etudes et Recherches, N°493, BCEAO, Juin

[23] Lucas, R. (1988). "On the Mechanies of Economie Development, *Journal of Monetary Economies*, 22, 3-42

[24] Romer, P. (1986). "Increasing returns and long run growth". *Journal of Political Economy*, *94*(5), 1002-1037

[25] Tanzi, V. et Zee, H. (1997). "Fiscal Policy and Long-Run Growth", *IMF Staff Papers, 44*, 179-209

[26] Keho, Y. (2004). Impact de l'investissement public sur la croissance en Côte d'Ivoire, *Politique Economique et Développement (PED*), CAPEC-CIRES, (103)

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 870-876
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Variation saisonnière de la production halieutique des engins de pêche en lagune Potou (Côte d'Ivoire)

[Seasonal variation in the fishery production of fishing gear in the Potou lagoon (Côte d'Ivoire)]

Bedia Aké Théophile[1], Kien Kouassi Brahiman[2], Bodji Iridje Marcelle[1], Kouamelan Essetchi Paul[1], and N'Douba Valentin[1]

[1]Laboratoire des Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité, UFR Biosciences, Université Félix-Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan, Côte d'Ivoire

[2]UFR Sciences biologiques, Département de Biologie Animale, Université Peleforo Gon Coulibaly, BP1328 Korhogo, Côte d'Ivoire

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The control of fishing parameters holds a prominent place in the strategy put in place by the managers of this sector in Ivorian waters. This work focuses on the description of seasonal variations in fish production parameters in the Potou lagoon. The data was collected from January 2020 to December 2021 in the Vitré station from surveys and analysis of fishermen's catches. The values of fishing effort, Catch per Unit of Effort and total production vary from season to season and from gear to gear. The total fishing effort is 9368 trips. It is higher (6576 trips) during the long dry season and lower (0 trips) in the short rainy season. Regarding the PUE values, they are higher (43.62 kg/trip) in the long dry season and lower (0 kg/trip) in the short rainy season. The highest catches are obtained in the long dry season with 274958.71 kg. Beach seines (231,524 kg or 35.90%) and gillnets (136,556 kg or 21.17% of total production) are the most efficient gears. The results of this work constitute a basic element for decision-making in the quest for a strategy for the sustainable management of fisheries resources in Côte d'Ivoire.

KEYWORDS: artisanal fishing, fishing effort, CPUE, production, lagune Potou.

RESUME: La maitrise des paramètres de la pêche tient une place de choix dans la stratégie mise en place par les gestionnaires de ce secteur sur les eaux ivoiriennes. Le présent travail porte sur la description des variations saisonnières des paramètres de production de poisson dans la lagune Potou. Les données ont été collectées de janvier 2020 à décembre 2021 dans la station de Vitré à partir d'enquêtes et d'analyse des captures des pêcheurs. Les valeurs d'effort de pêche, de Prise par Unité d'Effort et de production totale varient d'une saison à une autre et d'un engin à un autre. L'effort de pêche total est de 9368 sorties. Il est plus important (6576 sorties) pendant la grande saison sèche et plus faible (0 sortie) en petite saison des pluies. Concernant les valeurs de PUE, elles sont plus élevées (43.62 kg/sortie) en grande saison sèche et plus faible (0 kg/sortie) en petite saison des pluies. Les captures les plus élevées sont obtenues en grande saison sèche avec 274958.71 kg. Les sennes de plage (231524 kg soit 35.90%) et les filets maillants (136556 kg soit 21.17% de la production totale) sont les engins les plus performants. Les résultats de ce travail constituent un élément de base pour des prises de décision dans la quête de stratégie de gestion durable des ressources halieutique en Côte d'Ivoire.

MOTS-CLEFS: pêche artisanale, effort de pêche, PUE, production, Lagune Potou.

Corresponding Author: Bedia Aké Théophile

1. INTRODUCTION

En Côte d'Ivoire, le poisson représente 70% des protéines animales consommées [1] et son niveau de consommation se situe entre 11 et 14 kg par habitant et par an [2]. C'est pourquoi dans sa politique d'autosuffisance alimentaire, l'Etat ivoirien entend accroître les ressources animales d'origine halieutique par un développement de la pêche et de l'aquaculture.

La production halieutique est actuellement estimée à 40791 tonnes, dont 77 % pour la pêche artisanale, 21 % représentant la pêche industrielle et une très faible contribution 2 % pour l'aquaculture. La production nationale reste largement dominée par la pêche artisanale dont les principaux acteurs sont des pêcheurs étrangers ressortissants de la sous-région ouest africaine. La production nationale se caractérise par une tendance à la baisse amorcée depuis l'année 2001 et qui semble se maintenir durablement. Sur la période 2000-2009, les débarquements ont régulièrement baissé, passant de 81523 à 40791 tonnes; soit une diminution de 50 % [3].

Malheureusement, les modèles de gestions traditionnelles de [4]; [5] et [6] sont difficilement transposables et applicables aux pêcheries artisanales multi-spécifiques, multi-engins et multi-stratégiques en lagune Potou [7]. La diversité des effets de la pêche sur le fonctionnement de la lagune Potou et les impacts tangibles sur les communautés [8]; [9] font de la gestion des activités de pêche, un enjeu complexe d'une grande importance. Ainsi, l'identification et la quantification des pressions d'une part, et des impacts entrainés par la pêche professionnelle d'autre part, apparaissent indispensables pour une gestion efficace des ressources et des habitats [10]. D'où l'intérêt de l'évaluation des ressources halieutiques et la sélectivité des engins de pêche sur la communauté ichtyologique en fonction des saisons de l'année afin d'assurer le développement durable de cette ressource qui apparaît de plus en plus comme une nécessité.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. ZONE D'ÉTUDE

L'étude a été réalisée sur la lagune Potou dans la localité de vitré située entre 5 ° 10'-5 ° 20 'N et 3 ° 40'-3 ° 50' W (figure 1).

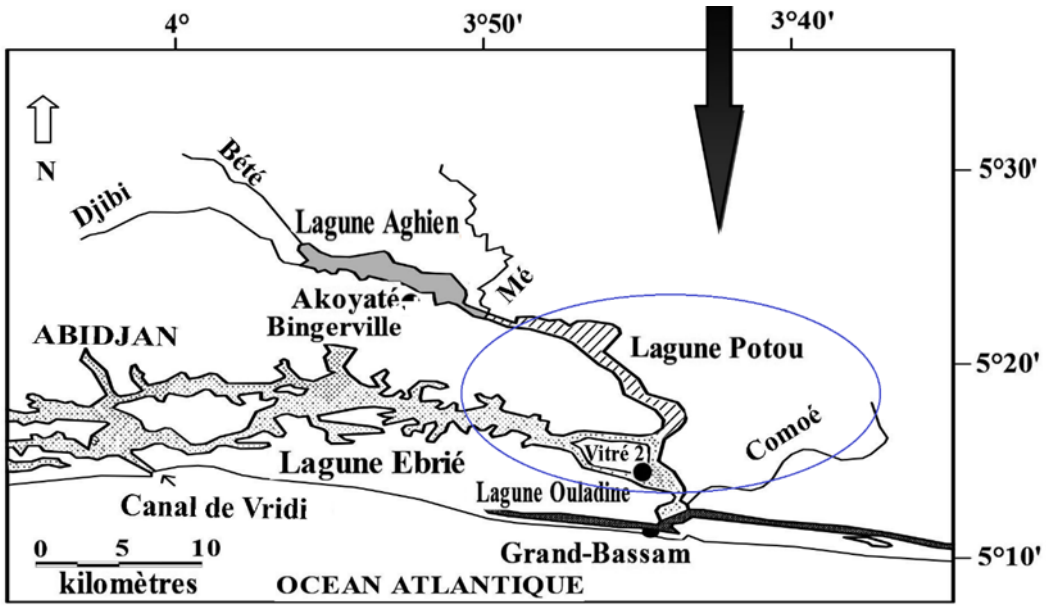


Fig. 1. Situation géographique de la station d'enquêtes (●) sur la lagune Potou

2.2. COLLECTE DES DONNÉES

Les échantillons récoltés auprès des pêcheurs ont été utilisés pour la détermination de la production exploitée en lagune Potou. Les enquêtes ont été conduites tous les jours sur le site d'étude. Les Unités de Pêche (UP) sont choisies au hasard et les enquêtes ont été effectuées de préférence les soirs et pendant les temps libres du pêcheur. Elles ont consisté à se renseigner auprès des pêcheurs sur les types d'engins utilisés pour chaque sortie de pêche et les quantités prise par chaque type d'engins.

2.3. Traitements Des Données

2.3.1. Effort De Pêche

L'effort de pêche considéré dans la présente étude, est l'ensemble des sorties de pêche journalières pour tous les engins participant de façon effective à la capture des poissons.

En vue de déterminer la pression de pêche réelle dans la zone de pêche, le nombre de sorties de pêche par mois pour chaque engin, pour chaque unité de pêche, a été évalué. Ces données ont permis d'estimer l'effort de pêche.

2.3.2. Prise Par Unité d'Effort (PUE)

La Capture Par Unité d'Effort est la masse des captures réalisées par un pêcheur durant une sortie de pêche. Elle est exprimée en kg/sortie pour tous les engins. Pour chaque mois et pour chaque engin, une prise par unité d'effort moyenne (PUEm) a été déterminée à partir de l'ensemble des captures journalières enregistrées durant le mois considéré selon la formule suivante:

$$PUEm = Mt / Nt$$

Avec Mt = masse totale en kg des captures journalières débarquées par l'ensemble des pêcheurs enquêtés dans le mois; Nt = nombre total de sorties de pêche dans le mois.

2.3.3. Captures Totales Ou Productions Totales

Pour chaque engin de pêche, les captures mensuelles (Ci) (en kg), ont été calculées par la sommation des captures journalières réalisées pendant le mois i.

La sommation des quantités mensuelles a permis de calculer la quantité totale annuelle (Ca) de poissons pris par chaque engin et les pêcheurs. La quantité totale a été obtenue par la formule suivante:

$$Ca = \sum Ci$$

2.3.4. Rendement Par Engin De Pêche

Le rendement des différents engins a été calculé en faisant le rapport de la prise totale de l'engin i sur la prise totale de tous les engins considérés, le tout multiplié par 100 selon la formule suivante:

$$Ri = (Pi / Pt) \times 100$$

Avec:

Ri = Rendement de l'engin i;
Pi = Prise totale de l'engin i;
Pt = Prise totale tous engins considérés.

2.4. Traitements Statistiques

Toutes les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel Excell 2003.

3. Resultats

3.1. Effort De Pêche

L'effort de pêche total est de 14647 sorties. Il est reparti entre filets maillants (3180 sorties), sennes de plage (3160 sorties), palangres (2620 sorties), nasses (2379), bambous-piège (2046 sorties) et éperviers (1262 sorties) (Tableau I). Le filet maillant demeure l'engin principal (21.71% des sorties de pêche), suivi des sennes de plage (21.57%). L'effort de pêche le plus important (6576 sorties) a été noté pendant la grande saison sèche avec une dominance des filets maillants (1478 sortie) alors que le plus

faible (0 sortie) est observé en petite saison des pluies. Le filet maillant demeure l'engin le plus pratiqué en grande saison èche (1478 sorties) et grande saison des pluies (1047 sorties). En petite saison sèche c'est la senne de plage qui présente l'effort de pêche le plus élevé (896 sorties).

Tableau 1. ***Variation saisonnière de l'effort de pêche (nombre de sorties) des différents engins de pêche recensés à Vitré 2 sur la lagune Potou de janvier 2020 à décembre 2021***

			Vitré 2						Total/saison
Années	**Mois**	**Saisons**	**FM**	**EP**	**SP**	**NA**	**PA**	**BP**	
2020-2021	Décembre	GSS	365	170	335	315	209	230	6576
	Janvier	GSS	375	154	287	224	253	280	
	Février	GSS	340	119	312	215	221	342	
	Mars	GSS	398	149	402	280	377	224	
	Avril	GSP	250	80	132	167	203	170	4672
	Mai	GSP	248	40	200	219	213	215	
	Juin	GSP	263	90	300	223	186	138	
	Juillet	GSP	286	167	296	205	306	75	
	Août	PSS	312	135	426	253	257	172	3399
	Septembre	PSS	343	158	470	278	395	200	
	Octobre	PSP	0	0	0	0	0	0	0
	Novembre	PSP	0	0	0	0	0	0	
Effort / engin (sortie)			3180	1262	3160	2379	2620	2046	14647
Taux d'utilisation / engin (%)			21.71	08.62	21.57	16.24	17.89	13.97	100

FM = Filet Maillant, NA = Nasse, PA = Palangre, EP = Epervier, BP = Bambou-Piège et SP = Senne de Plage, GSS = Grande Saison Sèche, GSS = Grande Saison Sèche GSP = Grande Saison Sèche, PSS = Petite Saison Sèche, PSP = Petite Saison des Pluies

3.2. PRISE PAR UNITÉ D'EFFORT (PUE)

Les PUE enregistrées par an et par engin à Vitré 2 sont mentionnées dans le Tableau II. L'analyse de ce tableau montre qu'en général, ces valeurs moyennes obtenues sont faibles pour les nasses (12.5 kg/sortie). La senne de plage (71.4 kg/sortie) est l'engin le plus pêchant, suivie des éperviers (61.77 kg/sortie) et des filets maillants (41.5 kg/sortie). Les valeurs de PUEm sont plus élevées (43.62 kg/sortie) en grande saison sèche et plus faible (27.22 kg/sortie) en petite saison sèche. Néanmoins, les éperviers présentent la PUE moyenne mensuelle la plus élevée (72.08 kg/sortie/mois) en grande saison sèche alors qu'en grande saison des pluies c'est la senne des plages (74.75 kg/sortie/mois) et la palangre en petite saison sèche (93 kg/sortie/mois).

Tableau 2. Variation saisonnière de la Prise par Unité d'Effort (kg / sortie) des différents engins de pêche recensés à Vitré 2 sur la lagune Potou de janvier 2020 à décembre 2021

			Vitré 2						PUEm/ Saison
Années	**Mois**	**Saisons**	**EP**	**FM**	**SP**	**NA**	**PA**	**BP**	
2020-2021	Décembre	GSS	9	9	199	20.3	20	50	43.62
	Janvier	GSS	82.77	45	13	12.7	35	55	
	Février	GSS	103.87	50	33	11	22	45	
	Mars	GSS	92.7	45	5	9.5	30	49	
	Avril	GSP	17	17	62	11.5	10	13	33.71
	Mai	GSP	89.3	26	54	6.5	20	17	
	Juin	GSP	92.7	34	113	8	22	10.5	
	Juillet	GSP	39	30	70	14	26	6.5	
	Août	PSS	66.32	41	53	23	89	14	27.22
	Septembre	PSS	25	118	112	5	97	10	
	Octobre	PSP	0	0	0	0	0	0	0
	Novembre	PSP	0	0	0	0	0	0	
PUEm / engin (kg/sortie)			61.77	41.5	71.4	12.5	37.1	27	

FM = Filet Maillant, NA = Nasse, PA = Palangre, EP = Epervier, BP = Bambou-Piège et SP = Senne de Plage, GSS = Grande Saison Sèche, GSS = Grande Saison Sèche GSP = Grande Saison Sèche, PSS = Petite Saison Sèche, PSP = Petite Saison des Pluies

3.3. Rendement Et Production Des Espèces Exploitées

A Vitré 2, la production totale annuelle s'élève à 644980.41 kg. Les prises les plus élevées sont obtenues en grande saison sèche avec 274958.71kg (Tableau III). En grande saison des pluies la production est de 155769.5 kg et en petite saison sèche elle est de 214252.2 kg. Les sennes de plage (231524 kg soit 35.90%) et les filets maillants (136556 kg soit 21.17% de la production totale) sont les engins les plus performants. Les nasses (29471.3 kg soit 4.57%) sont les moins performants. Par ailleurs, la plus grande prises sont assurées par les sennes quel que soit la saison, 82702 kg en grande saison sèche, 73604 kg en grande saison des pluies et 75218 kg en petite saison sèche.

Tableau 3. Variation saisonnière de la production (kg) des différents engins de pêche recensés à Vitré 2 sur la lagune Potou de janvier 2020 à décembre 2021

			Vitré 2						Total/saison
Années	**Mois**	**Saisons**	**EP**	**FM**	**SP**	**NA**	**PA**	**BP**	
2020-2021	Décembre	GSS	1530	3285	66665	6394.5	4180	11500	274958.71
	Janvier	GSS	12746,58	16875	3731	2844.8	8855	15400	
	Février	GSS	12360.53	17000	10296	2365	4862	15390	
	Mars	GSS	13812,3	17910	2010	2660	11310	10976	
	Avril	GSP	1360	4250	8184	1920.5	2050	2210	155769.5
	Mai	GSP	3572	6448	10800	1423.5	4260	3655	
	Juin	GSP	8343	8942	33900	1784	4092	1449	
	Juillet	GSP	6513	8580	20720	2870	7956	487.5	
	Août	PSS	8953.2	12792	22578	5819	22873	2408	214252.2
	Septembre	PSS	3950	40474	52640	1390	38315	2060	
	Octobre	PSP	0	0	0	0	0	0	0
	Novembre	PSP	0	0	0	0	0	0	0
Production/Engin (kg)			73140.61	136556	231524	29471.3	108753	65535.5	644980.41
Rendement/engin (%)			11.34	21.17	35.90	4.57	16.86	10.16	100

FM = Filet Maillant, NA = Nasse, PA = Palangre, EP = Epervier, BP = Bambou-Piège et SP = Senne de Plage, GSS = Grande Saison Sèche, GSS = Grande Saison Sèche GSP = Grande Saison Sèche, PSS = Petite Saison Sèche, PSP = Petite Saison des Pluies

4. DISCUSSION

Dans la présente étude, la seule unité d'effort commune valable pour tous les engins est la sortie de pêche parce qu'elle tient compte à la fois des modifications des techniques de pêche et de l'amélioration de l'évaluation de l'effort de pêche, en définissant une unité d'effort de manière proportionnelle [3]. A Vitré 2 l'effort de pêche noté dans le présent travail est nul pendant la petite saison des pluies. Cette situation s'explique par le fait que cette période coïncide avec les crues de la rivière Mé, du fleuve Comoé et des marées hautes. Ces hautes eaux entrainent une montée des eaux à Vitré 2 qui communique avec ces cours d'eau. Cette montée extrême des eaux rend la pêche impossible. L'effort de pêche plus élevé (6576 sorties) pendant la grande saison sèche s'explique par plusieurs raisons. La première est que la baisse du niveau de l'eau est la période privilégiée par les ivoiriens, moins expérimentés pour pêcher en montée des eaux cela augmente le nombre de pêcheur en activité [11]. La seconde est que cette période coïncide généralement avec la diminution des travaux champêtres, ce qui oriente les agriculteurs pêcheur vers une pêche assidue augmentant ainsi l'effort de pêche [12].

Les valeurs de PUE calculées dans la présente étude sont globalement plus élevées en grande saison sèche (43.62 kg/sortie) qu'en grande saison de pluie (33.71 kg/sortie) à Vitré 2. Comme pour la plupart des grands cours d'eau d'Afrique [13]; [14], la plaine inondée constitue le lieu privilégié pour les poissons durant la saison des pluies. Les crues entraînent une augmentation du niveau moyen des écosystèmes aquatiques et une inondation des plaines adjacentes. Les poissons se dispersent alors dans la colonne d'eau ainsi que dans les milieux inondés où ils vont se nourrir et / ou se reproduire. Au cours de cette période, le développement de la végétation et la grande masse d'eau rendent les poissons moins vulnérables aux engins de pêche, entrainant des PUE plus faibles. Cette situation cesse avec la baisse du niveau des eaux et le retour des poissons qui vivaient dans les plaines inondées vers le lit des cours d'eau. Ce processus est accentué lors de l'étiage quand tous les poissons sont concentrés dans un faible volume d'eau. Les poissons deviennent ainsi plus accessibles et plus vulnérables, ce qui est mis à profit par les pêcheurs. Ainsi, la période des basses eaux est essentielle parce qu'elle coïncide souvent dans les milieux aquatiques continentaux avec l'augmentation de l'effort [15]. Dans la présente étude, les valeurs élevées des PUE enregistrées pendant la saison sèche semblent être liées à l'augmentation de l'effort de pêche sur une surface réduite d'eaux.

Concernant la production totale, la grande saison sèche présente la valeur la plus élevée (274958.71 kg). Ce résultat est lié au fait que cette période présente les valeurs d'effort de pêche et de PUE les plus élevées. Selon [16] et [11], il existe une corrélation positive entre l'effort de pêche et la production. Par ailleurs, cette période est celle privilégiée par les pêcheurs pour l'utilisation des filets maillants et des sennes de plages qui sont les engins les plus performants sur lagune Potou. Ce résultat est conforme aux conclusions de [17]; de [18] et de [19] sur les cours d'eau ivoiriens. Ce travail devrait encourager les gestionnaires de la filière pêche pour un contrôle rigoureux des mailles de ces deux engins, pour une meilleure gestion de la ressource halieutique.

5. CONCLUSION

L'activité de pêche sur la lagune Potou est associée à l'utilisation de 6 engins de pêche que sont les filets maillants, la senne de plage, la palangre, la nasse, les bambou-pièges et l'épervier. Les sennes de plage et les filets maillants sont les engins de pêche les plus performants et réalisent les meilleures productions. Les paramètres de cette production (effort de pêche, PUE et capture) sont plus important en grande saison sèche alors qu'en petite saison des pluies, il n'y a pas de pêche. Les résultats du présent travail constituent une base pour les gestionnaires de la pêche dans leur politique de gestion durable des ressources halieutiques.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tous les pêcheurs professionnels de la localité de Vitré 2 pour leur franche collaboration. Nous exprimons également notre profonde gratitude aux agents du bureau de pêche de Grand-Bassam pour leur assistance au cours de ce travail.

REFERENCES

[1] F. Doucet, C. Chauvet, B. Gilly et E. Meuriot, Aménagement des pêches lagunaires en Côte d'Ivoire. Programme d'Action de la FAO pour l'Aménagement et le Développement des pêches, GCP/INT/398/NOR. FAO, Abidjan, 178 p, 1985.

[2] FAO, 2008. Profil pêche Côte d'Ivoire FID / CP / CIV, 43 p, 2008.

[3] A.T. Bedia, Evaluation de l'exploitation del'ichtyofaunee du complexe lagunaire Aghien-Potou (Côte d'Ivoire). Thèse de l'Université Felix Houphouet-Boigny 144p, 2015.

[4] R.J.H. Beverton et S.J. Holt, On the dynamic of exploited fish populations London. Fishery Investment, 533 p, 1957.

[5] M.B. Schaefer, "Fishery dynamics and present status of the yellow fin tuna population of the eastern Pacific Ocean, " Bulletin of Inter-American Tropical Tunna Commission, 12: 89-136, 1967.

[6] W.W.J. Fox, "An exponential surplus yield-model for optimizing exploited fish populations". Transaction of the American Fisheries Society, 99: 80-88, 1970.

[7] R. Laë, Les pêcheries artisanales lagunaires ouest-africaines: échantillonnage et dynamique de la ressource et de l'exploitation. ORSTOM, 189p, 1992.

[8] S. Jennings et M.J. Kaiser, 1998. "The effects of fishing on marine ecosystems," Advances in Marine Biology, 34: 201-352, 1998.

[9] D. Pauly, V. Christensen, J. Dalsgaard, R. Froese et F.J.R. Torres, "Fishing down marine food webs," Science, 279: 860-863, 1998.

[10] K. Leleu, 2012. Suivi et évaluation de la pêche professionnelle au sein d'une aire marine protégée: protocoles d'enquêtes et indicateurs de pression et d'impact, application au parc marin de la côte bleue. Thèse de Doctorat, Université Aix Marseille, France, 298 p, 2012.

[11] K.B. Kien, Activité de pêche sur le fleuve Bandama (Côte d'Ivoire): impact sur l'organisation du peuplement de poisson du cours inférieur et conséquences socioéconomiques. Thèse de Doctorat, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire 2016, 206, 2016.

[12] G.F.D.H. Boguhé, Biologie de la reproduction et exploitation de deux espèces de crevette du genre Macrobrachium: M. macrobrachion (Herklots, 1851) et M. vollenhovenii (Herklots, 1857) du fleuve Bandama (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, 206p, 2015.

[13] R.L. Welcomme, River fisheries. FAO Fisheries Technical Papers, 330 p, 1985.

[14] C. Leveque et D. Paugy, Caractéristiques générales de la faune ichtyologique. In: C. Lévêque et D. Paugy, (eds), Les poissons des eaux continentales africaines: diversité, écologie, utilisation par l'homme, Editions IRD, Paris: 43-53, 1999.

[15] C. Leveque, "Role and consequences of fish diversity in the functioning of African freshwater ecosystems: a review," Aquatic Living Resources, 8: 59-78, 1995.

[16] M. Diaby, K. N'Da et K.S. Konan, "La pêche des poissons Mugilidae dans la lagune de Grand-lahou (Côte d'Ivoire): analyse de l'organisation de la pêche, des captures et de l'effort de pêche, Tropicultura, 30 (3): 173-179, 2010.

[17] N. Koné, Etude de la pêche, des paramètres des populations et de la biologie de la reproduction du Clupeidae Pellonula leonensis Boulenger, 1916 dans les lacs de barrages de Kossou et de Taabo (fleuve Bandama, Côte d'Ivoire).Thèse de Doctorat, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, 194p, 2012.

[18] M. Cissé, T.M. Kamelan, K.B. Kien et E.P. Kouamelan, "Fish assemblage composition and fishery production in the man-made lake, West Africa, " Journal of fisheries and life sciences, 4 (1): 9-14, 2019.

[19] B.E.P. Goli Bi, K.B. Kien, T.M. Kamelan, S. Berte, E.P. Kouamelan, "Typologie de la pêche sur le lac de barrage de Buyo (fleuve Sassandra, Côte d'Ivoire)," International journal of innovation and Applied Studies, 26 (4): 1220-1229, 2019.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 877-891
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Cartographie des zones de potentielles recharges de nappes d'eau souterraines dans le département des Collines

[Mapping of potential groundwater recharge areas in Collines department]

Okoundé K. J. Eudes[1], F. Avahounlin Ringo[1-2], C. Kélomé Nelly[3], Sambiénou Gédéon[1], and W. Vissin Expédit[4]

[1]Chaire Internationale de Physique Mathématique et Applications (CIPMA CHAIRE-UNESCO, FAST, UAC), Benin

[2]Ecole Normale Supérieure (ENS, UNSTIM), Benin

[3]Département des Sciences de la Terre (DST, FAST, UAC), Benin

[4]Département de Géographie et de l'Aménagement du Territoire (DGAT, FASH, UAC), Benin

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Benin's renewable water resource potential is no less important. In the basement regions such as the Collines department, the hydrogeological characteristics made of crystalline rocks condition the recharge of the aquifers and therefore the durability of the boreholes drilled. The objective of this study is to determine the potential groundwater recharge zones at the scale of collines aquifer systems. Thus from planimetric data made of geological, pedological, hydrographic, slope, land use maps; satellite images and technical data from 50 boreholes, piezometric level mapping methods associated with multi-criteria analysis methods were applied. It appears from the results obtained that the aquifer system of the Hills located in a hydrogeologically difficult zone is made of a strong potential of recharge. The piezometric levels vary between around 40 m and 320 m. The highest are located in the north (recharge zone) of the department and gradually decrease towards the south to minimum values of 40 m. The general trend of the flow is from North to South with domes and depressions. The main domes are in the north in the municipalities of Bantè and Ouessè. Depressions are observed south of the communes of Savalou and Dassa-Zoumè. The domes constitute the groundwater recharge zones while the depressions are the discharge zones. Recharge areas require protective measures to avoid pollution in the aquifer system.

KEYWORDS: Collines; groundwater tables; piezometric levels; charging areas.

RESUME: Le potentiel en ressources en eau renouvelable du bénin est non moins important. Dans les régions de socle comme le département des collines, les caractéristiques hydrogéologiques faites de roches cristallines conditionnent la recharge des nappes donc la pérennité des forages réalisés. La présente étude a pour objectif de déterminer les potentiels zones de recharges des nappes d'eau souterraine à l'échelle des systèmes aquifères des collines. Ainsi à partir des données planimétriques faites de cartes géologiques, pédologiques, hydrographiques, de pentes, l'occupation du sol; les images satellitales et les données techniques de 50 forages, des méthodes de cartographies des niveaux piézométriques associées aux méthodes d'analyse multicritère ont été appliquées. Il ressort des résultats obtenus que le système aquifère des Collines situé dans une zone hydrogéologiquement difficile est faite d'un fort potentiel de recharge. Les niveaux piézométriques varient entre 40 m et 320 m environs. Les plus élevés se situent au Nord (zone de recharge) du département et diminuent graduellement vers le Sud jusqu'aux valeurs minimales de 40 m. La tendance générale de l'écoulement est du Nord vers le Sud avec des dômes et des dépressions. Les principaux dômes se trouvent au Nord dans les communes de Bantè et de Ouessè. Les dépressions sont observées au Sud des communes de Savalou et de Dassa-Zoumè. Les dômes constituent les zones de

recharges de la nappe tandis que les dépressions sont les zones de décharges. Les zone de recharge nécessitent des mesures de protection afin d'éviter toute pollution dans le système aquifère.

MOTS-CLEFS: Collines; nappes d'eau souterraine; niveaux piézométriques; zones de recharge.

1 INTRODUCTION

La garantir de l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement d'une part et l'assurance d'une gestion durable des ressources en eau d'autre part est l'un des objectifs pour le développement durable (ODD, 2015). Et d'ici l'horizon 2030, il est impératif d'assurer l'accès l'universel et équitable à l'eau potable, à un coût abordable (ODD6.1, 2015). Dans cette course contre la montre, des approches radicalement différentes comprenant une variété de solutions adaptées à chaque région doivent être envisagées (Jean P. Jourda et al, 2015). Le Bénin, dans l'optique d'une meilleure gestion de ces ressources en eau a adhéré à l'instar de la communauté internationale aux conclusions des différentes des rencontres internationales intégrant le secteur de l'eau dont celle de Rio+20. Et pour assurer la fourniture et la distribution d'eau potable aux populations, plusieurs communes du Bénin font recours aux ouvrages simples de captage (puits à grand diamètre, forage, sources aménagées) des eaux en opposition aux adductions d'eau villageoises, plus complexes à réaliser, à exploiter et à gérer (H. Yarou, 2017). En effet, le potentiel en ressources en eau renouvelable du bénin est non moins important. Et du fait, la disponibilité des ressources en eau, ne serait-ce qu'en quantité, ne devrait pas constituer un facteur limitant pour le développement socio-économique du pays (Tossou, 2016). Il faut cependant relativiser cette abondance des ressources en eau car, sur l'ensemble du territoire national, elle est inégalement répartie, notamment en ce qui concerne les eaux souterraines. Les 80 % du territoire (partie centrale et nord du pays) sont constitués de socle et ne renferment que 20 % des réserves d'eau souterraine (*Direction de l'Hydraulique, 1999*). Dans les régions de socle comme le département des collines, les caractéristiques hydrogéologiques faites de roches cristallines conditionnent la recharge des nappes donc la pérennité des forages réalisés. Une étude réalisée sur près de 5300 forages a montré que le taux de réussite des forages est de 70 à 90% dans les zones de roches sédimentaires mais se limite à environ 60% dans le socle avec le taux le plus faible de moins de 50% dans le département des collines (JICA, 2018). D'après les mêmes auteurs, la recharge des aquifères reste la plus faible (150 mm/an) dans cette partie du pays aux observatoires de Savè et Bohicon. Pour donc remédier aux problèmes de pénurie et par la suite à l'abandon des points d'eau de forage, il urge qu'une bonne évaluation des recharges avant toute réalisation des forages. La présente étude propose une cartographie des zones de potentielles recharges des nappes d'eau souterraines à l'échelle du département des collines.

2 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Le département des collines qui s'étend sur une superficie de 13 931 km^2 est localisé entre 7°27' et 8°46' de latitude Nord et entre 1°39' et 2°44' de longitude Est. La pluviométrie et la température constituent deux facteurs qui influencent la disponibilité de l'eau dans les communes des collines. Le régime pluviométrique suit une distribution bimodale au Sud et unimodale du Nord (Bokonon-Ganta, 1987; Boko, 1988; Afouda, 1990; Houssou, 1998; Ogouwalé, 2006). Et malgré la quantité d'eau qui s'écoule et s'infiltre, l'approvisionnement en eau de consommation demeure problématique du fait de la nature géologique du sous-sol.

Au plan géologique, le département des collines est situé à l'échelle de l'unité structurale de la plaine du Bénin et présente une grande complexité de formations géologiques affecté de plusieurs phases de déformations, de métamorphisme et de magmatisme (Boukari, 1982). Au plan géologique, affleurent des formations migmatitiques et gneissiques intrudées par des plutons granitiques en massifs circonscrits et une série volcano-sédimentaire *(*Breda*,* 1989 in Adissin, 2012). Ces affleurements présentent une direction générale Nord-Sud (Dubroeucq, 1967). Au Nord-est, on observe par endroits, des plutons de granite porphyroïde à biotite se présentant sous forme de massifs plissotés mis en place dans l'encaissant gneissique à migmatitique, le Nord-ouest étant dominé par des migmatites et gneiss du groupe de Pira.

3 MATERIELS ET METHODES

3.1 DONNÉES D'ÉTUDE

Les données utilisées pour cette étude concernent des données cartographiques, des images satellitales de type Landsat ETM+ (datant de 2018) et des données techniques de forages. Les données cartographiques comprennent les cartes topographiques (au 1/50 000 et 1/200000) des feuilles de Zagnanado et d'Abomey *(IRB, 1982; Volkoff, 1969* de l'Institut Géographique National (IGN) et de l'Office Béninoise de Recherches Géologiques et Minières (OBRGM) du Bénin. Un modèle

numérique de terrain (SRTM) a été récupéré. Ces images ont été acquises à partir des sites officiels de Landsat: http://earthexplorer.usgs.gov/ et http://gdex.usgc.gov/. Les données techniques de forages obtenues à la Direction Générale de l'Eau concernent les coordonnées géographiques, la litho-stratigraphie, les niveaux statiques, et les résultats de pompages d'essai réalisés lors de l'implantation des forages d'alimentation en eau potable dans la zone d'étude.

3.2 RÉALISATION DES COUPES GÉOLOGIQUES

Au moyen du logiciel ArcMap 9.3 diverses cartes thématiques ont été réalisées. Il s'agit de la carte d'occupation du sol, du réseau de fractures, de la carte pédologique, de la carte géologique et de la carte des pentes obtenue à partir du Modèle Numérique de Terrain (MNT). Aussi à partir des cartes topographiques et les logs stratigraphiques des forages, des coupes hydrogéologiques ont été réalisées à l'échelle du département des collines suivant la technique y afférent. La figure 2 présente les traits de coupe exécutés. Au total, six traits de coupes géologiques (AB, CD, EF, GH, IJ et KL) ont été exécutés et utiliser dans le cadre de la présente étude (figure 1).

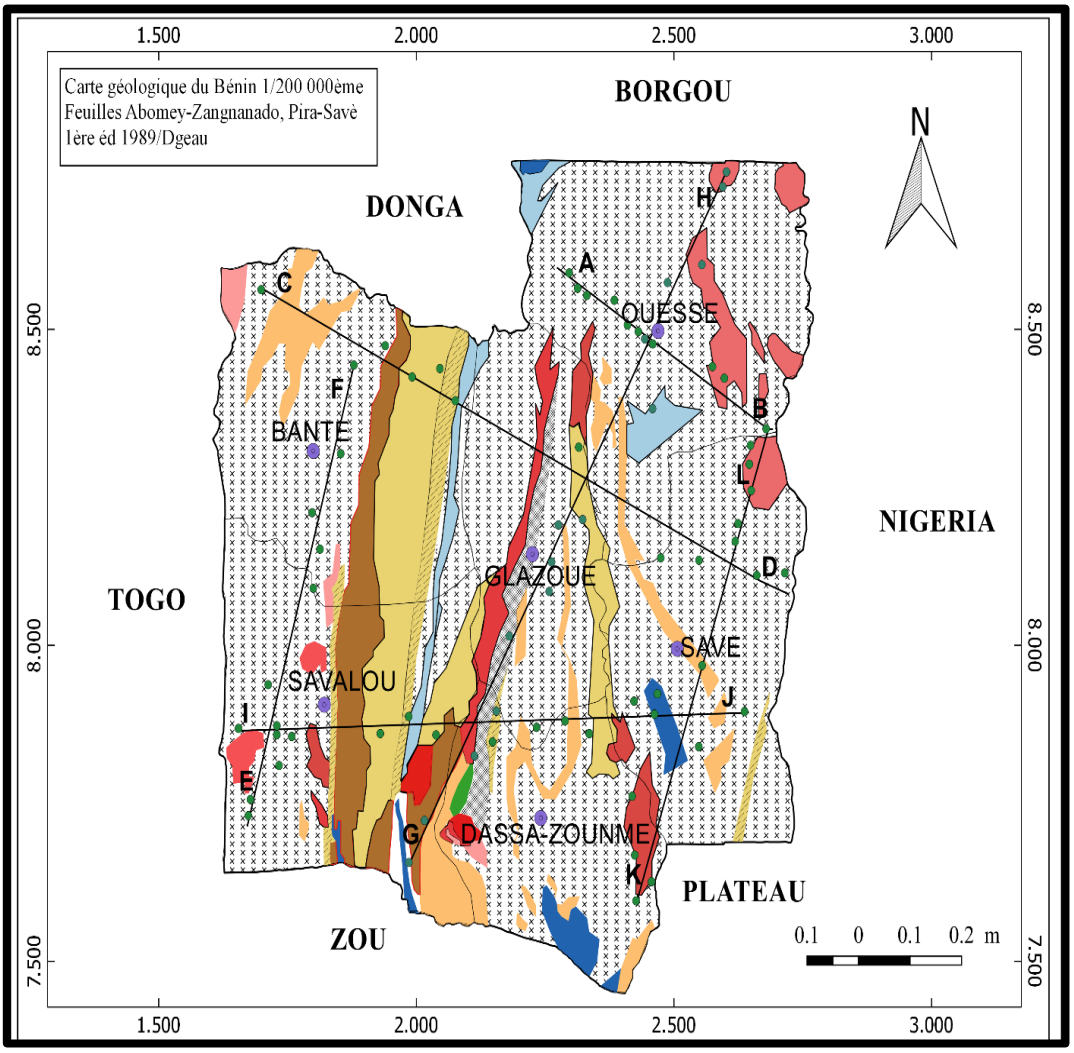


Fig. 1. Profil topographique et coupes géologiques le long des traits AB et CD

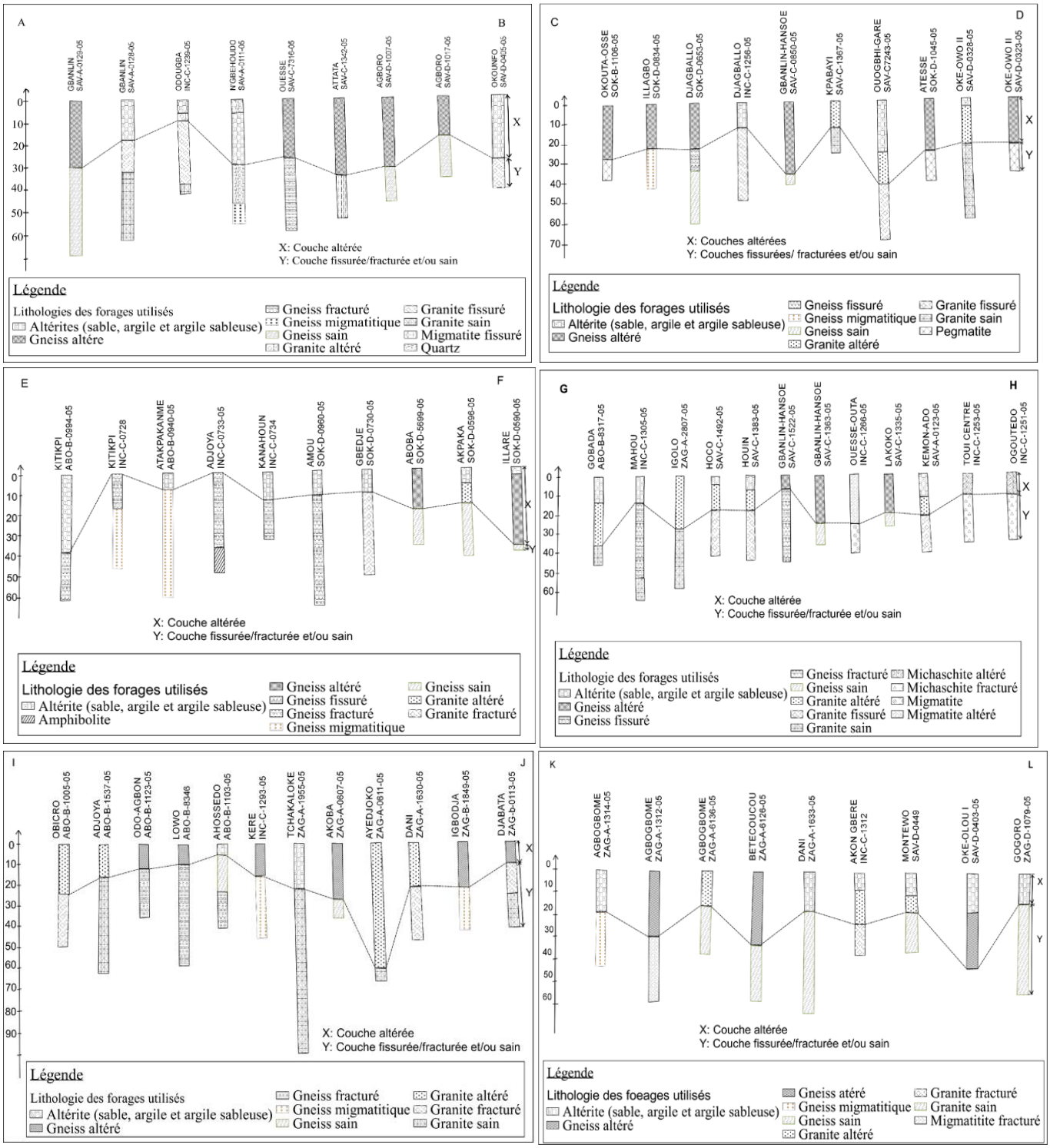


Fig. 2. Profil topographique et coupes géologiques le long des traits exécutés

CARTOGRAPHIE ET CLASSIFICATION DES FACTEURS CONTRÔLANT LE PROCESSUS DE RECHARGES DES NAPPES

Différents facteurs contrôlent le processus de recharges des nappes en milieu fracturé. Il s'agit de la lithologie, des fractures, les types d'occupation du sol, la pédologie, les pentes et le réseau de drainage (Krishnamurthy *et al.,* 1996; 2000; Shaban, 2003; Shaban *et al.*, 2006; Sener *et al.,* 2005; Thakur et Raghuwanshi, 2008; Hsin-Fu *et al.,* 2009). La lithologie du département des Collines a été cartographiée (figure 2) à partir de la carte géologique.

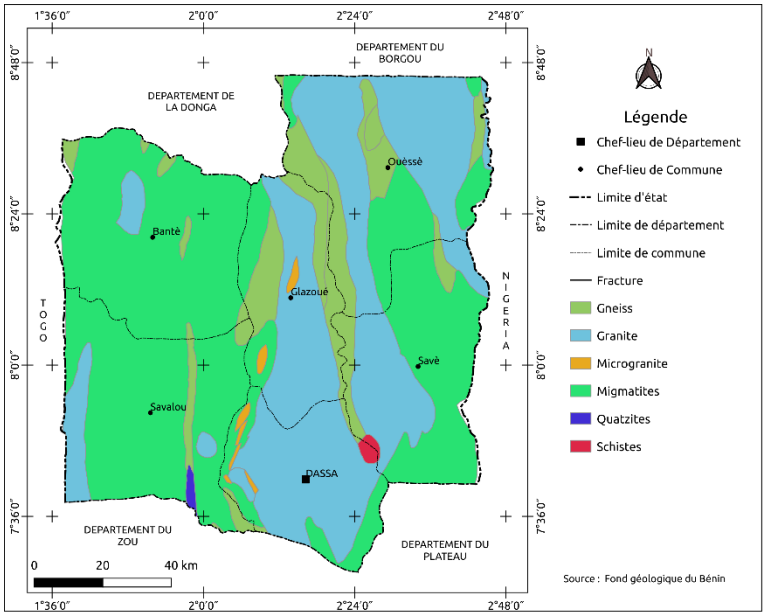


Fig. 3. Ensemble lithologique identifié à l'échelle des collines

La validation de la carte de fracturation et du réseau de drainage (figure 4a, 4b) ont permis de déterminer respectivement la densité de fracturation et celle de drainage. La production et la visualisation de ces cartes ont été effectuées avec le logiciel ArcMap 9.3. En fonction de la longueur cumulée sur des mailles de 5x5 km^2, différentes zones ont été identifiées.

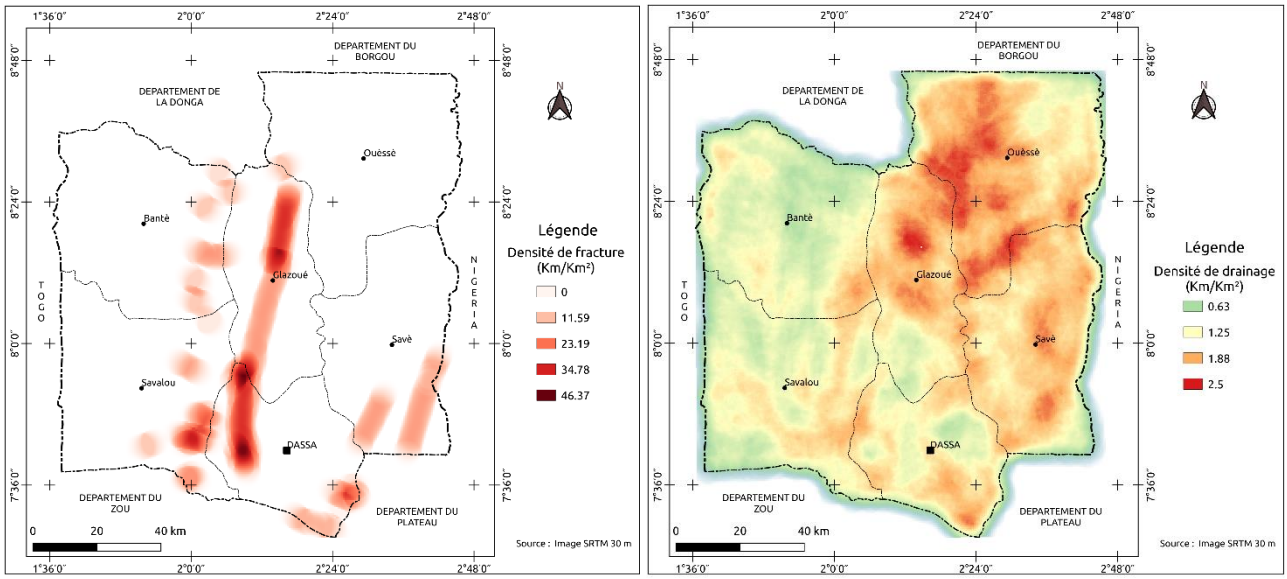


Fig. 4. a) Carte de densité de fracturation. b) Carte de densité de drainage

Les unités paysagiques et pédologiques du département des Collines ont été respectivement produite à partir de l'image satellitaire et de la carte pédologique (figures 5; 6). Aux images a été appliquées la classification supervisée avec l'algorithme de maximum de vraisemblance, disponible dans le logiciel Envi 4.5. Onze types d'occupation du sol et seize unités pédologiques variées ont été identifiés dans la zone d'étude.

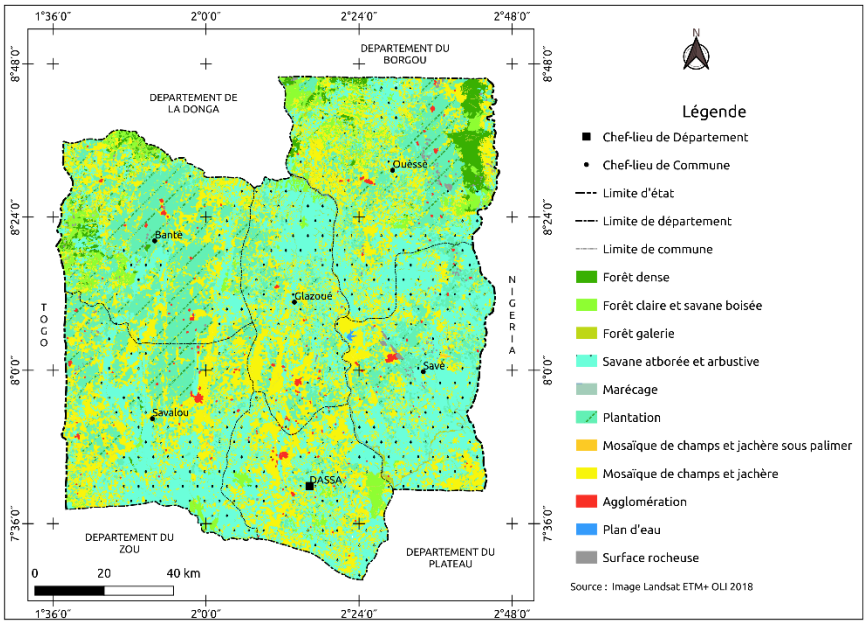


Fig. 5. Unités d'occupation du sol identifiées dans les collines

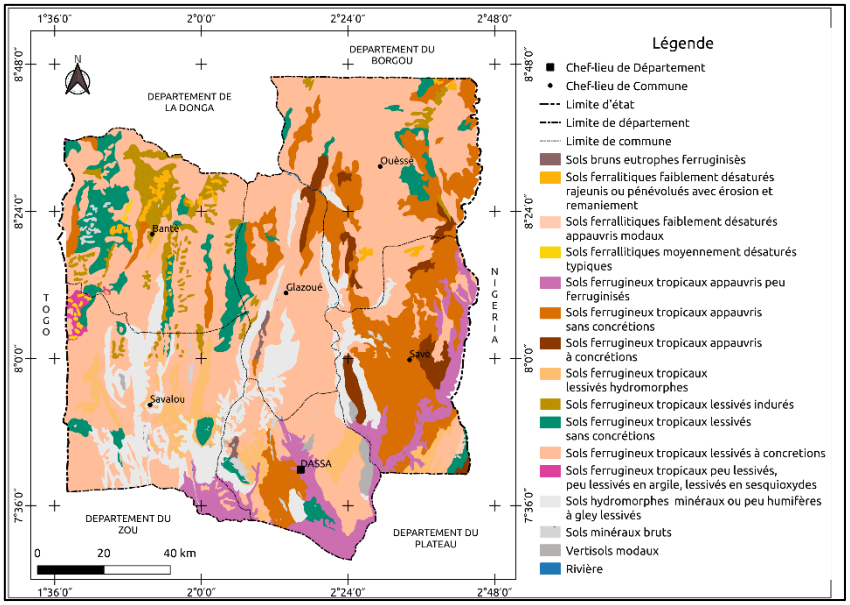


Fig. 6. Unités pédologiques identifiées dans les collines

A partir du Modèle Numérique du Terrain, les pentes ont été déduites avec une résolution de 90 m (figure 7). Il est acquis en format SRTM. Les pentes ont été calculées avec le logiciel ArcMap 9.3 et elles sont exprimées en degré et sont regroupées en quatre classes.

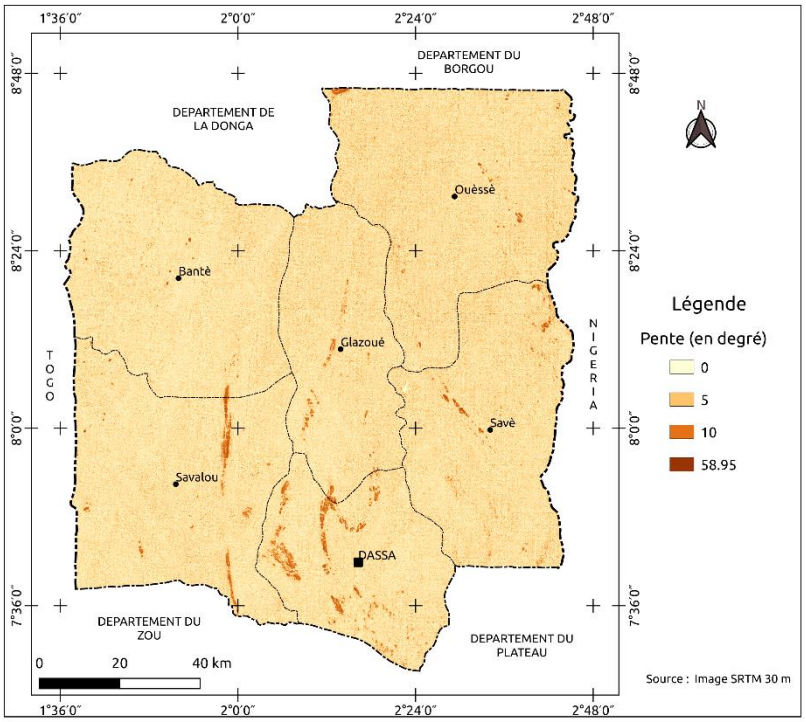


Fig. 7. Cartographie des pentes dans les collines

Les cartes thématiques des différents facteurs contrôlant le processus de recharge des nappes générées et décrites, ont été classifiées selon leur aptitude à l'infiltration. L'interprétation hydrogéologique de ces classes est consignée dans le Tableau 1.

Tableau 1. Classification hydrogéologique des facteurs contrôlant le processus de recharges des nappes dans les collines

Facteurs d'influence		Aptitude hydrogéologique
Classification hydrogéologique de la lithologie		
Granite/microgranite		Moyenne
Migmatites		Médiocre
Gneiss		Moyenne
Quartzites		Mauvaise
Schistes		Médiocre
Classification hydrogéologique des domaines en fonction de la densité de fracturation		
Domaine	**Densité (km/km^2)**	**Aptitude hydrogéologique**
1	0,7 - 1	Très bonne
2	0,5 - 0,7	Bonne
3	0,3 - 0,5	Modérée
4	0 - 0,3	Mauvaise
Classification des domaines en fonction de la densité du drainage		
Domaine	**Densité (km/km^2)**	**Aptitude hydrogéologique**
1	0,7 - 1	Très bonne
2	0,5 - 0,7	Bonne
3	0,3 - 0,5	Modérée
4	0 - 0,3	Mauvaise
Classification hydrogéologique des types d'occupation du sol		
Unités paysagiques		**Aptitude hydrogéologique**
Habitation		Mauvaise
Forêt dense/ Savane		Bonne
Palmeraies Cocoteraies/ Marécage/ Plantation/ Forêt claire/ Culture Jachère		Très bonne
Forêt marécageuse/ Eau		Excellente
Classification hydrogéologique des types de sol		
Unité pédologique		**Aptitude hydrogéologique**
Sols ferrugineux tropicaux appauvris sans concrétions/à concrétions		Moyenne
Sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes/indurés/ sans concrétions/ à concrétions		Moyenne
Sols ferrugineux tropicaux appauvris peu ferruginisés		Bonne
Sols ferrugineux tropicaux peu lessivés, peu lessivés en argile, lessivés en sesquioxydes		Bonne
Sols ferralitiques faiblement désaturés rajeunis ou pénévolués avec érosion et remaniement		Médiocre
Sols ferrallitiques faiblement désaturés appauvris modaux		Mauvaise
Sols ferrallitiques moyennement désaturés typiques		Moyenne
Sols bruns eutrophes ferruginisés		Bonne
Sols hydromorphes minéraux ou peu humifères à gley lessivés		Mauvaise
Sols minéraux bruts		Mauvaise
Vertisols modaux		Médiocre
Rivière		Mauvaise
Classification hydrogéologique des pentes		
Classe d'intervalle (en degré)		**Aptitude hydrogéologique**
0 - 4		Excellente
4 - 8		Très bonne
8 - 12		Bonne
12 - 16		Modérée
>16		Mauvaise

INTÉGRATION DES FACTEURS CONTRÔLANT LA RECHARGE DES NAPPES DANS UN SIG

Les interactions entre les différents facteurs contrôlant le processus de recharge des nappes ont été évaluées à travers une analyse multicritère. Ces facteurs n'ayant pas le même degré d'influence sur la recharge, ont été croisé suivant leur degré d'influence. Le degré d'influence est apprécié par les poids et les coefficients d'interaction attribués aux différentes classes définies. Les facteurs ayant une grande aptitude d'infiltration se distinguent par des poids totaux élevés. Les interactions existantes entre les facteurs de contrôle des processus de recharge des nappes dans un hydrosystème ont été présentées par Shaban, 2003; Hsin-Fu *et al.,* 2009; Sékouba Oularé, 2017 (figure 8).

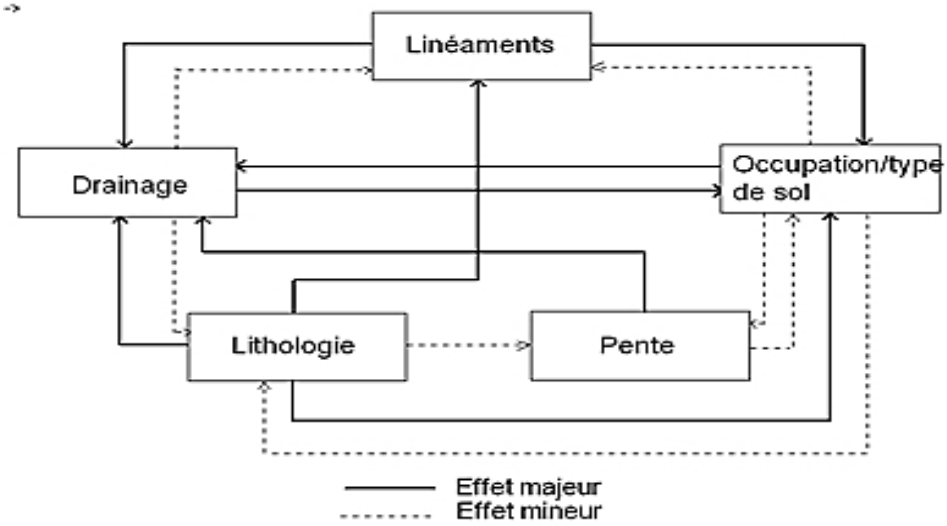


Fig. 8. Schéma des interactions entre les facteurs (Shaban et al., 2006, Sékouba Oularé, 2017; modifié)

4 RESULTATS ET DISCUSSION

ANALYSE DES COUPES LITHOSTRATIGRAPHIQUES

La coupe AB peut être résumée par le schéma conceptuel suivant montrant une couche d'altérites meubles à la surface pouvant aller à 30m d'épaisseur. Cette couche est suivie de gneiss fracturé ayant une épaisseur moyenne de 15m, puis la roche saine qu'est le gneiss sain, d'une épaisseur maximale de 25m. Suivant la coupe CD on a une couche d'altérites meubles à la surface pouvant aller à 25m d'épaisseur. Cette couche est suivie de granite fracturé ayant une épaisseur moyenne de 15m, puis la roche saine qu'est le granite sain, d'une épaisseur maximale de 30m. Au niveau de la coupe EF on distingue une couche d'altérites meubles à la surface pouvant aller à 15m d'épaisseur. Cette couche est suivie d'une dominance en gneiss fracturé ayant une épaisseur moyenne de 20m, puis la roche saine qu'est le gneiss sain, d'une épaisseur maximale de 25m. La coupe GH présente une couche d'altérites d'épaisseur maximale de 15m. Cette couche est suivie de gneiss fracturé ayant une épaisseur moyenne de 15m et pouvant aller à 35m, puis la roche saine qu'est le gneiss sain, d'une épaisseur maximale de 30m. La coupe IJ montre une couche d'altérites d'épaisseur maximale de 25m. Cette couche est suivie de granite fracturé ayant une épaisseur moyenne de 25m, puis la roche saine qu'est le granite sain, d'une épaisseur maximale de 30m. A la coupe KL on identifie une couche d'altérites meubles à la surface d'épaisseur maximale de 25m. Cette couche est suivie de gneiss fracturé ayant une épaisseur moyenne de 20 à 25m, puis la roche saine qu'est le gneiss sain, d'une épaisseur pouvant aller à 35m. Les schémas de profil d'altération s'accordent à celui proposé ces dernières années par les auteurs Lachassagne & Wyns (2004), El-Fahem (2008), Tossou (2016) et Sambiénou (2019).

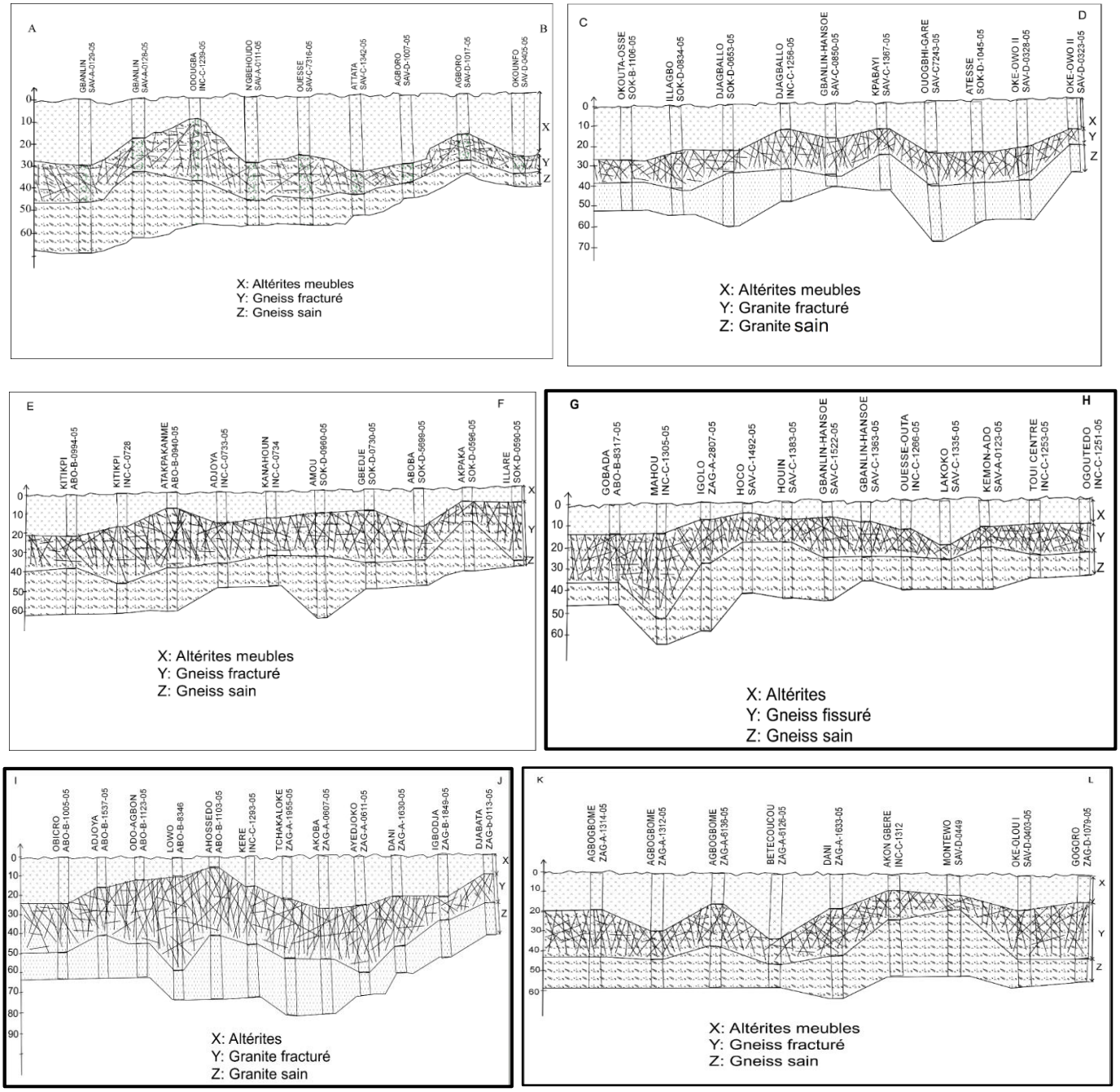


Fig. 9. Cartographie de profondeur de la nappe captée et zones de recharges dans le département des Collines

Les niveaux statiques mesurés dans notre zone d'étude varient de 7 à 14 m environs. La nappe est moins profonde et les niveaux d'eau dans les ouvrages varient d'un secteur à un autre. La carte de la figure 10 illustre la répartition spatiale de ces niveaux dans notre zone d'étude. La nappe est de plus en plus profonde vers l'Ouest de la zone d'étude et aussi au Sud de Savè et elle remonte jusqu'à 7 m environs vers l'Est et dans les secteurs de Dassa-Zoumé et au Sud-Ouest de Glazoué. Par ailleurs, les niveaux statiques augmentent considérablement lorsqu'on évolue vers le Nord (14 m environs). Sur la carte piézométrique du département réalisée (figure 11), les niveaux piézométriques varient entre 40 m et 320 m environs. Les niveaux piézométriques élevés se situent au Nord (zone de recharge) du département et diminuent graduellement vers le Sud jusqu'aux valeurs minimales de 40 m. La tendance générale de l'écoulement est du Nord vers le Sud. Nous notons la présence de dômes et de dépressions. Les principaux dômes se trouvent au Nord dans les communes de Bantè et de Ouessè. Les dépressions sont observées au Sud des communes de Savalou et de Dassa-Zounmè. Les dômes constituent les zones de recharges de la nappe tandis que les dépressions sont les zones de décharges. Les zone de recharge nécessitent des mesures de protection afin d'éviter toute pollution dans le système aquifère.

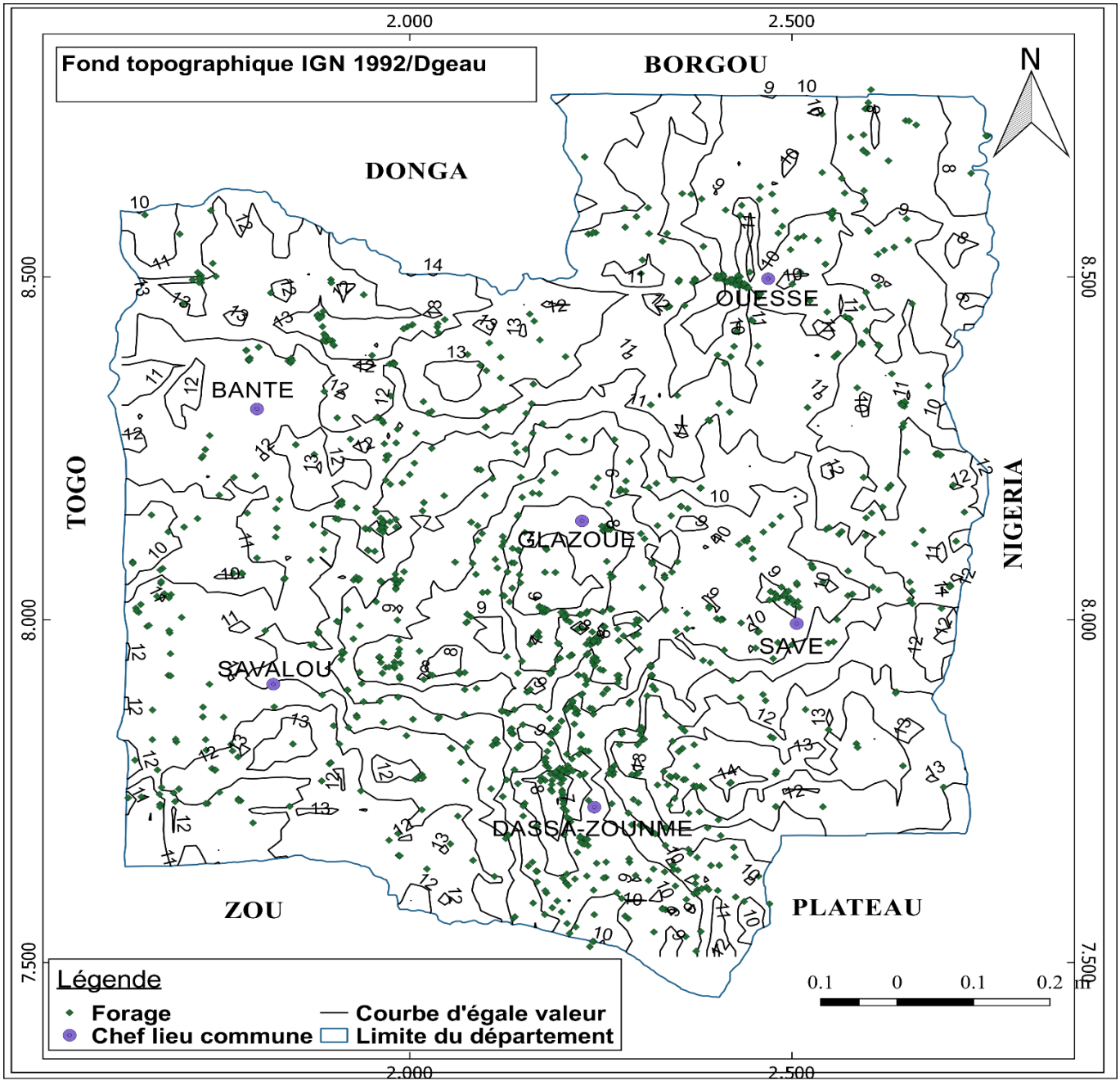


Fig. 10. Répartition spatiale des niveaux statiques dans la zone d'étude

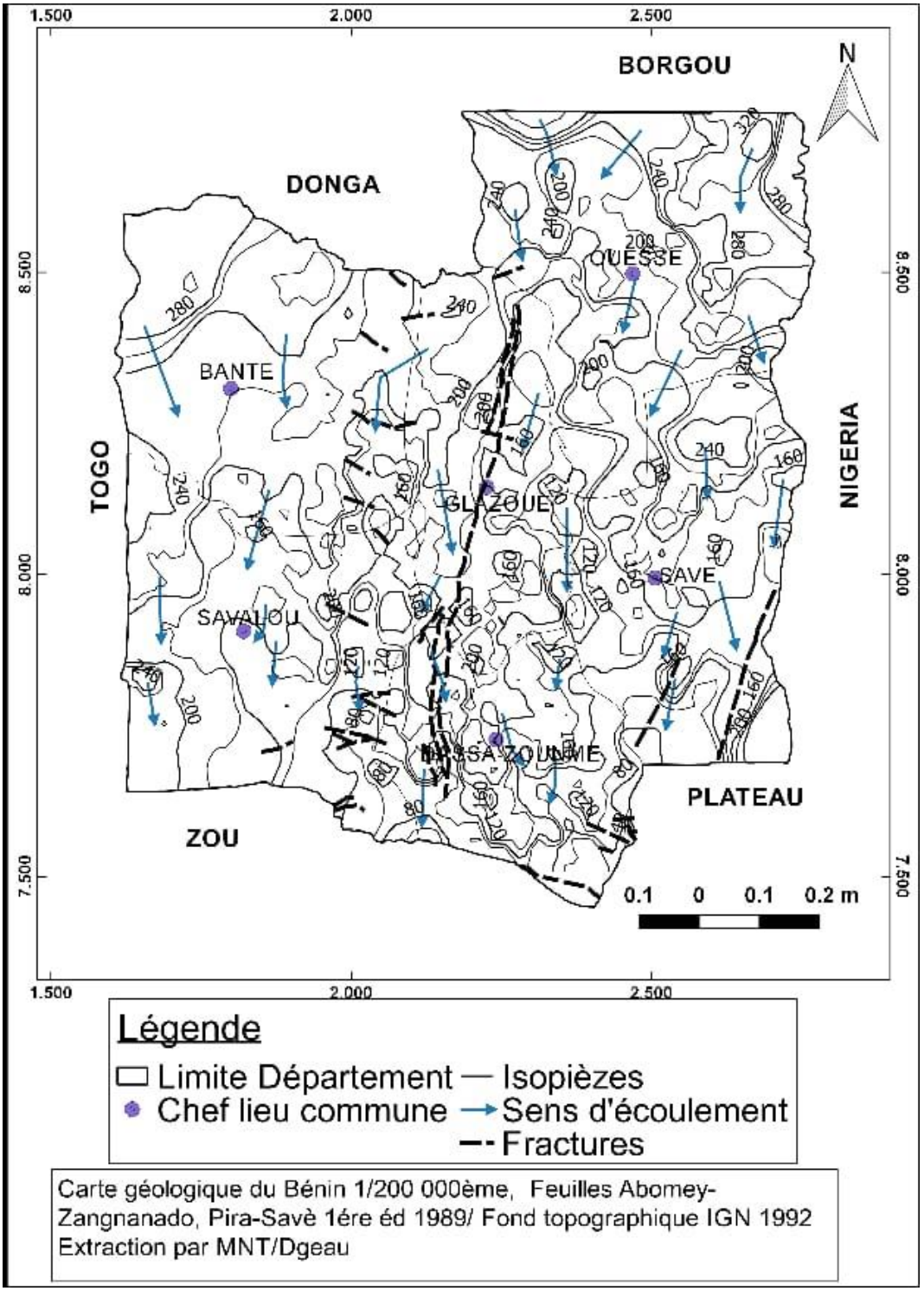


Fig. 11. Carte piézométrique de la zone d'étude

Le regroupement des cartes des principaux facteurs influençant le processus de recharges des nappes et les résultats de l'analyse multicritère ont permis d'élaborer la carte générale présentant les zones de potentielles recharges des nappes régit par l'aptitude hydrogéologique à l'échelle du Département des Collines. L'analyse de la figure 12 montre quatre zones de potentielles de recharge présentant des aptitudes hydrogéologiques différentes. Ces zones sont classifiées de niveau mauvais, bon, très bon et excellent. La zone mauvaise représente 45% des zones cartographiées. Elle est en général située à l'ouest et une partie à l'est de la zone étudiée, le long des cours d'eau dont la rivière Agbado. En effet dans ces zones où les sols sont hydromorphes, le drainage favoriserait le ruissellement au détriment de l'infiltration. La zone bonne représente environ 20 %

de la zone étudiée. Elle se trouve disséminé dans le secteur d'étude et surtout dans la bordure ouest des Collines (Bantè, savalou). Il s'agit des zones de forêt et dans les zones à faibles altitudes. La zone très bonne représente environ 25% de la zone étudiée et dans le secteur est et au centre. La zone excellente occupe environs 10% de l'espace étudié et se trouve principalement le long de la faille de Kandi dans les fracturations et fissures et est disséminée dans la partie centrale de la zone étudiée.

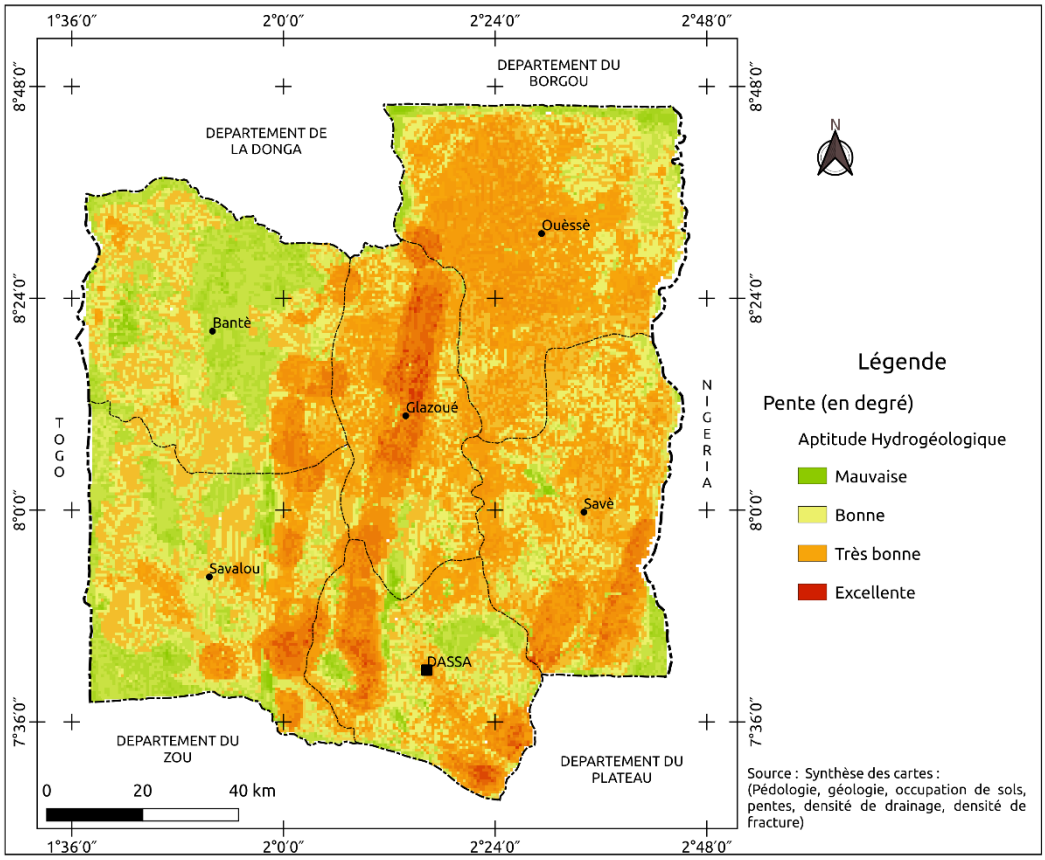


Fig. 12. Carte des zones de potentielles recharges des nappes d'eau souterraine dans les Collines

5 DISCUSSION

Des travaux (Kamagaté, 2006; Kamagaté et al., 2007; El-Fahem, 2008; Kamagaté et al., 2008) portant sur l'hydrogéologie des aquifères de socle du Bénin notamment dans la haute vallée de l'Ouémé et sur les caractéristiques des aquifères de la zone d'étude, notamment dans sa partie méridionale à Dassa-Zoumé et environs (Boukari, 1982; 2007) ont montré sur l'existence de deux principaux réservoirs superposés et en contact permanent qui caractérisent la zone d'étude. Selon les auteurs, ces systèmes aquifères sont faits d'un réservoir d'altérites superficiel constitué du produit d'altération semi-perméable de la roche saine sous-jacente, caractérisé par une bonne fonction capacitive et dont la nappe est alimentée à partir de la surface par la recharge pluviométrique; et d'un réservoir sous-jacent de fissures et fractures permettant le drainage du recouvrement meuble supérieur à porosité d'interstice.

En somme, notre zone d'étude, située au centre du Bénin, est caractérisée par quatre grandes formations de socle à savoir: les micaschistes, les gneiss, les migmatites et les granites. Dans ces formations, le modèle conceptuel des aquifères de socle distingue deux niveaux de connexion hydraulique (Lachassagne *et al.*, 2011). Depuis la surface vers la profondeur, on distingue la zone altérée (ZA), représentée par la couche d'altérites, la zone fissurée altérée (ZFA) encore appelée aujourd'hui par certains auteurs la zone fracturée stratiforme (Allé *et al.*, 2018) et la roche saine. La zone altérée a généralement une épaisseur comprise entre 11 et 25 m (Vouillamoz *et al.*, 2015). En fonction de la roche mère et de l'histoire géologique qui contrôlent les processus d'altération, sa nature oscille entre un faciès sableux et un faciès argileux. Le coefficient de perméabilité de cette zone altérée est généralement faible, mais ses propriétés d'emmagasinement contrôlent la réserve en eau des aquifères de socle (Kotchoni, 2019). La zone fissurée altérée est située à la base de la zone altérée, elle a une épaisseur comprise entre 21

et 41 m sur notre zone d'étude (Vouillamoz *et al.*, 2015). Elle se caractérise par une forte densité de fractures sub-horizontales attribuée aux phénomènes d'altération (Wyns *et al.*, 2004). La densité et la connectivité des fractures sont généralement fortes au sommet et décroissent en profondeur. Cette zone fissurée altérée possède des coefficients de perméabilité généralement plus élevés que ceux de la ZA, mais ses propriétés d'emmagasinement, quoique non négligeables, sont généralement plus faibles. La roche saine peut parfois présenter des fractures résultant de l'histoire tectonique de la région. Ces fractures se referment progressivement avec la profondeur (Boukari, 1983). Les deux niveaux en connexion hydraulique de ce modèle conceptuel des aquifères de socle sont la zone altérée (ZA) et la zone fissurée altérée (ZFA); si des fractures tectoniques de la roche saine viennent s'ajouter à ces deux niveaux, elles sont également connectées hydrauliquement aux deux ensembles. La transmissivité de la ZA et de la ZFA intégrées est comprise entre $1{,}8.10^{-5}$ m^2/s et $3{,}9.10^{-4}$ m^2/s et la porosité de drainage entre 5.10^{-3} et 7.10^{-2} (Vouillamoz *et al.*, 2014). Les bons débits s'obtiennent généralement au niveau des forages implantés dans les zones où l'on rencontre d'importantes épaisseurs non argileuses de la ZA, présentant ainsi une bonne capacité à stocker l'eau souterraine, et qui reposent sur une épaisseur suffisante de la ZFA à haute perméabilité (Allé *et al.*, 2018). En somme, la zone altérée, la zone fissurée et les éventuelles fractures tectoniques jouent des rôles spécifiques que différents auteurs comme Allé *et al.* (2018) et Lachassagne *et al.* (2011) ont su décrire dans leurs travaux.

REFERENCES

[1] Adissin G. C. L., (2012): La zone de cisaillement de Kandi et le magmatisme associé dans la région de Savalou-Dassa (Bénin): étude structurale, pétrologique et géochronologique. Thèse de doctorat de l'Université Jean Monnet Saint-Etienne et d'Abomey-Calavi, 238p + annexe.

[2] Afouda, F., (1990). L'eau et les cultures dans le Bénin central et septentrional: Etude de la variabilité des bilans de l'eau dans leurs relations 190 Références bibliographiques avec le milieu rural dans la savane africaine; Th de doctorat nouveau rme, Paris IV, Sorbonne, 428p.

[3] Boko, M., (1988). Climats et communautés rurales du Bénin: Rythmes climatiques et rythmes de développement; Thèse de Doctorat d'Etat ès Lettres et Sciences Humaines. Université de Bourgogne, Dijon. 2 volumes, 608 p.

[4] Bokonon-Ganta, B., (1987). Les climats de la région du golfe du Bn; Thèse de doctorat de 3ème cycle, Université de Paris 248p + annexes.

[5] Boukari M., (1982).: Contribution à l'étude hydrogéologique des régions de socle de l'Afrique Intertropicale: l'hydrogéologie de la région de Dassa-Zoumé (Bénin). Thèse de doctorat de 3ème cycle en Géologie Appliquée, mention hydrogéologique, Université de Dakar (Sénégal). 173p.

[6] Boukari M. (2007).: Hydrogéologie de la République du Bénin (Afrique de l'Ouest). Africa Geoscience Review. Vol. 14, N° 3, pp. 303-328. France.Direction de l'Hydraulique, 1999.

[7] El-Fahem, T (2008).: Hydrogeological conceptualisation of a tropical river catchment in a crystalline basement area and transfer into a numerical groundwater flow model - Case study for the Upper Ouémé catchment in Benin, PhD Thesis, Rheinische Friedrich-Wilhelms Universität Bonn, 178 pp, urn: nbn: de: hbz: 5N-15094.

[8] Houssou, C., (1998). Les bioclimats humains de l'Atacora (NordOuest du Bénin et leurs implications socio-économiques); Thèse de Doctorat, Université de Bourgogne, 331p.

[9] Hsin-Fu Yeh, Youg-Sin Cheng, Hung-I. Lin, Cheng-Haw Lee (2009). Mapping groundwater recharge potential zone using a GIS approach in Hualian River, Taiwan, 11P.

[10] Institut Géographique National Institut de Recherche Breda (IRB), (1982) Etude de cartographie géologique et de prospection minière de reconnaissance au Nord du 11ème parallèle; Final report, OBEMINES, Cotonou, Bénin.

[11] Kamagaté, (2006).: Fonctionnement hydrologique et origine des écoulements sur un bassin versant de milieu tropical de socle au Bénin: bassin versant de la Donga (haute vallée de l'Ouémé), Thèse du 3e cycle: Météorol., Océanographie et Phys. de l'Environnement, Université de Montpellier 2. 2006/10/17. 321p.

[12] Kamagaté Shen Qu, German Perdomo, Dongming Su, Dae Hyun Kim, Sandra Slusher, Marcia Meseck, and H. Henry Dong (2008). FoxO1 mediates insulin-dependent regulation of hepatic VLDL production in mice, 19p.

[13] Kamagaté, Jing He, German Perdomo, Tonia Tse, Yu Jiang, and H. Henry Dong, Shen Qu,1 Dongming Su, Jennifer Altomonte, (2007).: PPAR mediates the hypolipidemic action of fibrates by antagonizing FoxO1, 14p.

[14] Kotchoni Rachidi, Marcel Boyer & Anne Catherine Faye & Éric Gravel (2019).: Guiding Principles in Setting Cartel Sanctions (The Working Paper Version), CIRANO Working Papers 2019s-18, CIRANO.

[15] Krishnamurthy B. N. GOSWAMI (2000).: Indian Monsoon–ENSO Relationship, on Interdecadal Timescale.17p.

[16] Lachassagne P., Dewandel B., Wyns R., (2004). Le modèle conceptuel hydrogéologique des aquifères de socle altéré et ses applications pratiques, Vingtièmes journées techniques du Comité Français d'Hydrogéologie de l'Association Internationale des Hydrogéologues.

[17] Ogouwalé, E., (2006). Changements climatiques dans le Bénin méridional et central. Indicateurs, scrios et prospective de la sécurité alimentaire; Thèse de doctorat unique, EDP, UAC, FLASH, 302p.

[18] Sener, Erhan & Davraz, Aysen & Ozcelik, Mehmet. (2005).: An integration of GIS and remote sensing in groundwater investigations: A case study in Burdur, Turkey, Hydrogeology Journal. 13. 826-834. 10.1007/s10040- 004-0378-5.

[19] Sékouba, Oularé & Adon, Gnangui & Akpa, Lucette & Mahaman Bachir, Saley & Kouamé, Fernand & Therrien, René. (2017). Identification Des Zones Potentielles De Recharge Des Aquifères Fracturés Du Bassin Versant Du N'zo (Ouest De La Côte d'Ivoire): Contribution Du SIG Et De La Télédétection, European Scientific Journal. 13. 10.19044/esj.2017.v13n36p192.

[20] Shaban, A. (2003).: Etude de l'hydroélogie au Liban Occidental: Utilisation de la télédétection, Ph.D. Dissertation, Bordeaux 1 Université, 202 p.

[21] Shaban A, Khawlie M, Abdallah C (2006).: Use of remote sensing 220 References and GIS to determine recharge potential zones: the case of Occidental Lebanon, Hydrogeol J 14: 433 443.

[22] Thakur, G.s & Raghuwanshi, R. (2008): Perspect and Assessment of Groundwater Resources using Remote Sensing Techniques in and around Choral River Basin, Indore and Khargone Districts, MP, Journal of The Indian Society of Remote Sensing. 36. 217-225. 10.1007/s12524-008-0022-2.

[23] Tossou, Y. Y. J. (2016).: Caractérisation des anomalies fluorées eaux souterraines du socle cristallin Précambrien du Bénin central (Afrique de l'Ouest). Apport des outils hydrogéochimiques, pétrographiques et minéralogiques. Thèse pour l'obtention du grade de Docteur en Sciences de l'Ingénieur, Université de Liège (Belgique), 181p.

[24] Vouillamoz JM, Lawson FMA, Yalo N, Descloitres M (2015). The use of magnetic resonance sounding for quantifying specific yield and transmissivity in hard rock aquifers: the example of Benin, Journal Appl Geophys 107: 16–24. https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2014.05.012.

[25] Wyns, R., Baltassat, J.M., Lachassagne, P., Legchenko, A., Vairon, J., Mathieu, F. (2004).: Application of SNMR soundings for groundwater reserves mapping in weathered basement rocks (Brittany, France), Bulletin de la Société Géologique de France, 175, (1), 21-34.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 892-903
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Identification des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses dans la zone agroécologique 5 du Bénin (Afrique de l'ouest)

[Identification of the start and end dates of the rainy seasons in agroecological zone 5 of Benin (West Africa)]

E. Gbaguidi Hippolyte[1], F. Avahounlin Ringo[1-2], Kélomé C. Nelly[3], and Vissin W. Expédit[4-5]

[1]Chaire Internationale de Physique Mathématique et Applications (CIPMA-CHAIRE-UNESCO), Benin

[2]Ecole Normale Supérieure de Natitingou (ENS, UNSTIM), Benin

[3]Département des Sciences de la Terre (DST, FAST, UAC), Benin

[4]Département de Géographie et Aménagement du Territoire, Université d'Abomey-Calavi, Benin

[5]Laboratoire Pierre PAGNEY: Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement, Université d'Abomey-Calavi, Benin

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In agroecological zone 5 of Benin, agriculture is mainly rainfed and is closely linked to the evolution of the characteristics of the rainy season. This is intended to be a scientific contribution to the determination of the annual agricultural period linked to the rainy season at the scale of agroecological zone 5 of Benin. A reliable prediction of the start and end date of the rainy season would effectively help the preparation of fields, the mobilization of seeds, labor and equipment and also reduce the risk of sow too early or too late. The model of the cumulative percentage of average rainfall and the hydrological criterion, methods based on the analysis of rainfall at the scale of the study area, made it possible to identify the periods determining the rainy season in the study area. We observe greater instabilities at the start of the seasons than at the end. This trend differs according to climatic regimes.

KEYWORDS: Agriculture, agroecological zone 5 of Benin, start date, end date, rainy seasons.

RESUME: Dans la zone agroécologique 5 du Bénin, l'agriculture est essentiellement pluviale et est étroitement liée à l'évolution des caractéristiques de la saison des pluies. La présente se veut être une contribution scientifique à la détermination de la période agricole annuelle liée à la saison pluvieuse à l'échelle de la zone agroécologique 5 du Bénin. Une prédiction fiable de la date de démarrage et de la fin de la saison des pluies permettrait d'aider efficacement la préparation des champs, la mobilisation des graines, de la main d'œuvre et de l'équipement et aussi de réduire les risques de semer trop tôt ou trop tard. Le modèle du pourcentage cumulé des pluies moyennes et le critère hydrologique, méthodes basées l'analyse des précipitations à l'échelle du secteur d'étude ont permis de dégager les périodes déterminants la saison des pluies dans le secteur d'étude. On observe des instabilités plus fortes dans le démarrage des saisons qu'à la fin. Cette tendance diffère suivant les régimes climatiques.

MOTS-CLEFS: Agriculture, zone agroécologique 5 du Bénin, date de démarrage, date de fin, saisons des pluies.

Corresponding Author: E. Gbaguidi Hippolyte

1 INTRODUCTION

La disponibilité des ressources en eau est capitale pour la production alimentaire végétale et/ou animale. Au Bénin l'économie est essentiellement basée sur la production Agricole. Dans le pays, l'agriculture reste essentiellement pluviale. Les calendriers agricoles étant calés sur les rythmes des événements pluvieux et sont très tributaires des incertitudes climatiques (Boko, 1988; Afouda, 1990 et Yabi *et al.,* 2011). Les irrégularités pluviométriques constatées depuis les années 1970 ont tôt fait de perturber les cycles culturaux, de bouleverser le calendrier agricole traditionnel et de rendre non opérationnelles les normes culturales en vigueur chez les populations paysannes (Ogouwalé, 2006). Face à ce constat, l'identification de la date de début et de la fin des saisons pluvieuses permettrait de mieux ajuster la durée du cycle culturaux à celle de la pluviométrie actuelle. Aussi cette étude permet de déterminer la période d'irrigation, les dates de semis et de moissons, la période de rationnement en eau ainsi que la quantification des besoins en eau, la sélection des espèces culturales adaptées et le choix des zones cultivables adaptées (Camberlin *et al.*, 2003; Adewi *et al.*, 2010; Traboulsi *et al.*, 2012, Kouassi et al, 2018). A l'échelle des différentes zones agro écologiques du Bénin, plusieurs études ont abordé la problématique de l'incidence des changements climatiques sur la production agricole. Parmi ces études les quelques-unes qui ont porté les calendriers culturaux n'ont jusque-là pas définit une méthode précise d'identification des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses. Pour ce faire la présente étude a pour objectif la détermination des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses dans la zone agro écologique 5 du Bénin en vue d'une meilleure adaptation des populations agricoles aux aléas climatiques

2 CADRE D'ÉTUDE

D'une superficie de 31.722 km^2 (INSAE, 2013), la zone agro écologique 5 du Bénin est le siège de la production de certaines cultures non négligeables dont l'igname, le maïs et le coton qui contribuent à l'accroissement de la production agricole nationale. Elle est limitée au Nord-Est par la commune de Nikki, au Nord-Ouest par la commune de Natitingou, à l'Est par le Nigéria, à l'ouest par le Togo, Sud-Est par la commune de Pobè et au Sud-Ouest par la commune de Lokossa (figure 1). La zone agro écologique 5 du Bénin dont les fondements physiques et socio-économiques différents du Nord au Sud couvre cinq départements du Bénin pour 13 communes. Le régime climatique est caractérisé par un climat de type soudano-guinéen à deux saisons pluvieuses difficilement remarquables dans les communes de Bassila, de Parakou et de Tchaourou Il s'agit d'une alternance de deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches (une petite et une grande saison de chaque type) au sud et une saison pluvieuse et une saison sèche au nord.

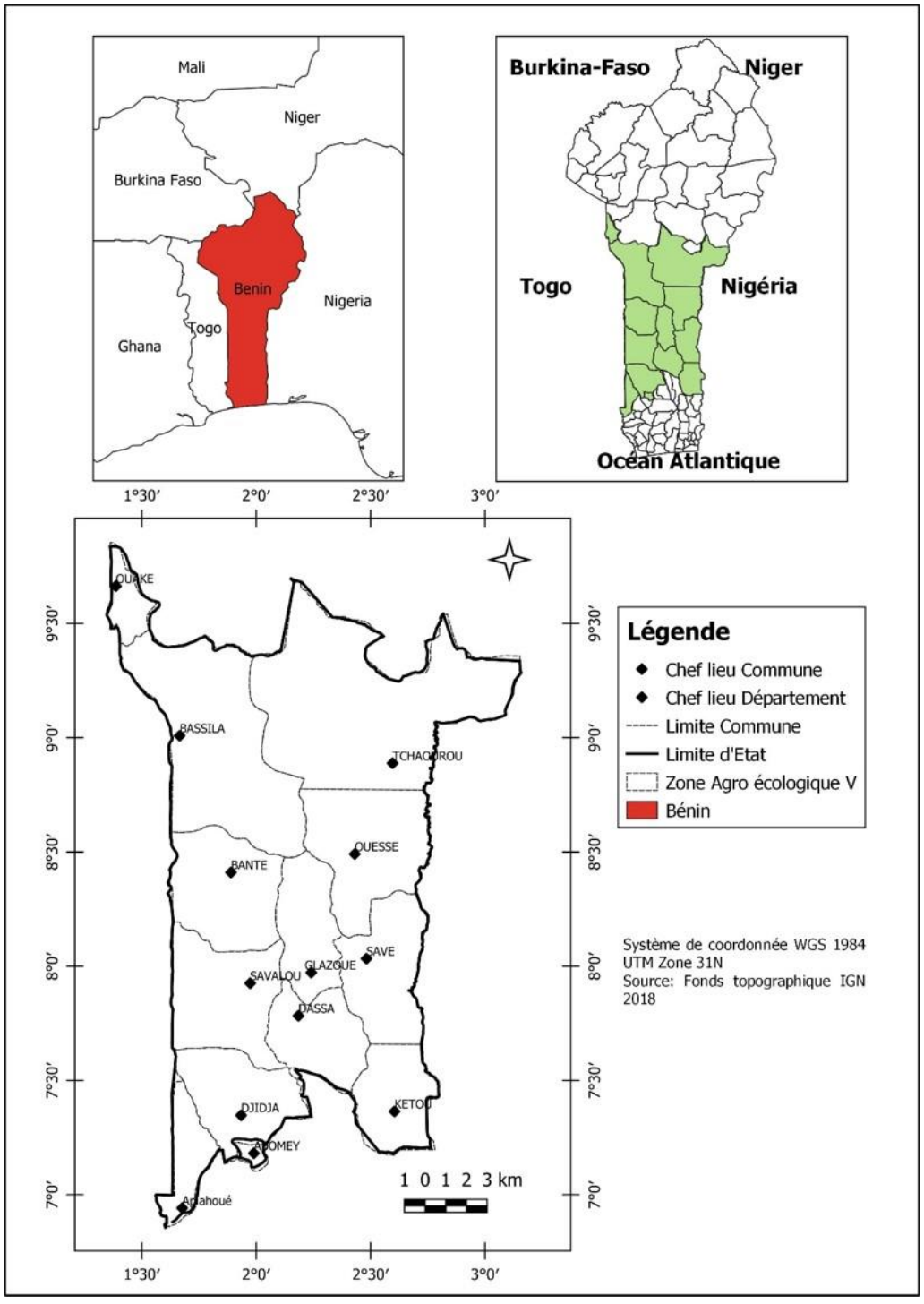


Fig. 1. Situation géographique de la zone Agro écologique 5 au Bénin

3 DONNÉES ET MÉTHODES D'ÉTUDE

Les données utilisées pour cette étude concernent les séries de pluies journalières (1971-2016) observées à l'échelle de la zone d'étude. A partir de ces séries deux des méthodes analytiques de détermination des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses ont appliquées. En effet, différents critères basés sur des données pluviométriques ou des variables édaphiques sont utilisés pour définir la date de démarrage et de fin de la saison des pluies. Il s'agit de deux critères ponctuels (critère «hydrologique » et critère « agronomique ») et d'un troisième critère spatial (critère « climatique »). Les critères

hydrologique et agronomique sont définis pour chaque station séparément alors le critère climatique s'applique globalement à toute une zone d'étude. Pour une année donnée, on a donc plusieurs dates de démarrage agronomique et hydrologique possibles sur la zone d'étude mais une seule date climatique. Le critère « climatique » prend comme dates de démarrage et de fin de la saison des pluies les dates du premier et dernier événement pluvieux, indiquant l'apparition puis la disparition d'une convection organisée. Il s'inspire du modèle de pourcentage cumulé des pluies moyennes, une méthode basée sur l'analyse des précipitations à l'échelle du secteur d'étude (Ilesanmi, 1972b; Adejuwon et al, 1990). La première étape de la méthode consiste à extraire sur la série annuelle des précipitations journalières les moyennes sur chaque cinq jours consécutifs soit une série de 72 jeux de données de pluies moyennes par année. A partir de ces jeux de données on détermine les pourcentages cumulés des valeurs moyennes obtenues sur la série constituée. La deuxième étape de la méthode consiste à reporter sur un graphe les pourcentages cumulés des valeurs moyennes obtenues en fonction des jours de l'année. On détermine donc à partir de ce graphe les dates de démarrage et de fin de saison pluvieuse. Ces dates correspondant respectivement au premier point et dernier point d'inflexion de la courbe représentative de l'évolution des pourcentages cumulés en fonction des dates de l'année (figure 2).

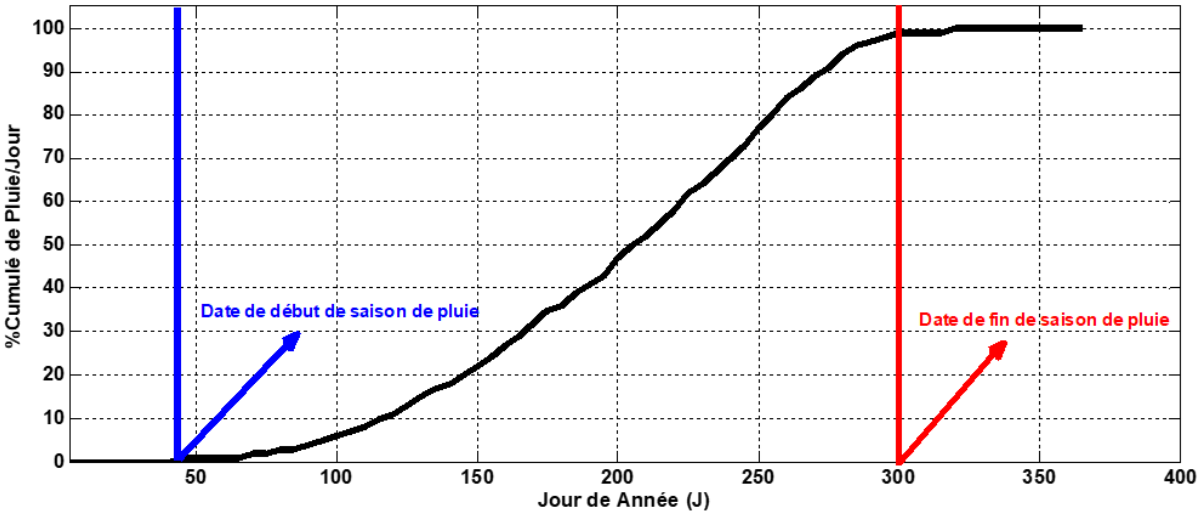


Fig. 2. Courbe cumulative de détermination des dates de début et de fin de saison de pluie observée à Savè

Les dates de début de saison de pluie sont équivalentes au jour correspondant à un pourcentage cumulé de 7% à 8% (premier point de courbure) contre un pourcentage de 90% (deuxième point de courbure) pour les dates de fin de saison. Toutefois compte tenu des difficultés à déterminer de manière exacte les valeurs des pourcentages cumulés correspondants, les dates ont été graphiquement identifiées en considérant les jours correspondants au point de courbure positive et négative. Le critère « hydrologique » fait commencer la saison en chaque station à la première pluie enregistrée supérieure ou égale à un seuil (0.5 mm, 2.5 mm ou 5 mm), et l'arrête à la dernière pluie supérieure ou égale au seuil. La gamme de seuils explorés correspond au minimum enregistré par les pluviographes (0.5 mm) et à un seuil de 5 mm susceptible de générer un écoulement dans cette région (Peugeot, 1995). Une programmation sous le langage mathématique MatLab des critères climatique et hydrologique a permis d'obtenir les résultats portant les dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses aux différentes postes pluviométriques considérés.

4 RÉSULTATS ET DISCUSSION

STATISTIQUE RELATIVE À LA DATE DE DÉMARRAGE ET DE FINS DES SAISONS PLUVIEUSES

La connaissance des dates probables des saisons pluvieuses impacte positivement à travers ces services les secteurs dont les activités dépendent du temps. Ainsi l'imprécision à partir des données de neufs (09) postes pluviométriques, les critères climatique et hydrologique ont été appliqués pour déterminer les dates probables de démarrage et de fin des saisons pluvieuses. Les tableaux 1 et 2 suivantes récapitulent les dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses à Agouna, Aklankpa, Aplahoué, Bohicon, Ouèssè, Dassa, Parakou, Savè et Tchaourou.

VARIABILITÉ INTERANNUELLE DES DATES DE DÉMARRAGE ET DE FINS DES SAISONS PLUVIEUSES

La figure 3 présente la variabilité interannuelle des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses obtenues suivant le critère climatique aux trois stations synoptique du secteur d'étude (Bohicon, savè et Parakou). De l'analyse de ces graphes, il ressort qu'à Bohicon, le démarrage des saisons pluvieuses d'une année à une autre s'étalent sur environs trois mois (18 Janvier - 06 Avril) où la date moyenne (probable) se fixe au 10 février. Dans cette zone climatique, la saison débute probablement après le quatrième décade de l'année civile. La fin de la saison pluvieuse se situe entre 10 Octobre - 31 Décembre, en moyenne le 12 Août. A Savè, le démarrage de la saison est comprise entre janvier et le 23 Mars. La date moyenne est fixée au 16 Févier. Dans ce secteur, la fin de la saison se situe entre le 17 Octobre et le 10 Décembre pour une date moyenne fixée au 06 Novembre. A Parakou, la saison pluvieuse s'étale en moyenne entre le 01 Mars et le 01 Novembre avec des écarts moyens 20 jours au démarrage de la saison ainsi qu'à la fin de cette dernière.

Les dates déterminées suivant le critère hydrologique sont fonction de trois seuils 0,5 mm; 2,5 mm et 5 mm. A Bohicon (Figure 4), la date de démarrage se situe respectivement dans l'intervalle [21 Janvier - 11 Mai]; [13 Janvier - 04 Avril] et [13 Janvier - 06 Avril] pour les seuils 0,5 mm; 2,5 mm et 5 mm. Les dates de fin de la saison sont comprise entre [28 Avril - 19 Octobre] au seuil 0,5 mm et entre [02 Novembre - 08 Novembre] pour les seuils 2,5 µmm et 5 mm. La figure 5 présente la variabilité interannuelle des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses et les statistiques afférentes à la station synoptique de Savè suivant le critère hydrologique à diffèrent seuils (0,5 mm; 2,5 mm et 5 mm). En considérant le seuil 0,5 mm, les dates de démarrage des saisons pluvieuses sont comprises entre [08 Février - 22 Avril]. La saison débute en moyenne le 28 Mars avec un écart de 19 jours. Les dates de fin de la saison quant à elle s'étalent entre [12 Septembre - 06 Novembre]. La saison prend fin en moyenne le 06 Novembre avec un écart de 40 jours. Au seuil de 2,5 mm et de 5 mm les dates de démarrage sont comprises entre [03 Janvier - 13 Mars]. En moyenne la saison des pluies démarre le 08 Février ou le 12 Février avec un écarts 22 jours. La fin des saisons pluvieuses s'étalent sur la période allant du 11 Octobre au 31 Décembre, en moyenne autour du 08 - 12 Novembre avec un écarts de 22 jours pour les deux seuils.

La figure 6 présente la variabilité interannuelle des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses et les statistiques afférentes à la station synoptique de Parakou suivant le critère hydrologique à diffèrent seuils (0,5 mm; 2,5 mm et 5 mm). L'analyse des graphes montre qu'au seuil 0,5 mm, les dates de démarrage des saisons sont comprises entre [28 Janvier - 14 Avril]. La saison débute probablement le 16 Avril avec un écarts de 23 jours pour finir le 11 Septembre avec un écarts de 61 jours. Au seuil 2,5 mm la saison débute entre [20 Janvier - 04 Avril] et entre [17 Janvier - 09 avril] pour le seuil 5 mm. La fin de saison pluvieuse est du même ordre pour les deux seuils, respectivement [18 Octobre - 31 Décembre] et [03 Octobre - 31 Décembre].

En s'appuyant sur l'analyse des écarts-types, la caractérisation de la variabilité interannuelle montre quel que soit le critère considéré, on note une grande instabilité dans le démarrage et la fin des saisons climatiques. Cette instabilité ne permet pas de tirer des conclusions définitives sur la plus ou moins grande variabilité des dates de démarrage et de fin de saisons pluvieuses. Néanmoins à l'exception de quelques années où on observe des disparités dans les dates moyennes enregistrées, les dates de fin de saison de pluies notées aux différentes stations présentent une meilleure stabilité que les dates de démarrage des saisons. Cette différence de stabilité est signalée à travers le calcul de l'écart-type. En effet les écarts-types des dates de fin de saison des pluies sont plus faibles que ceux des dates de démarrage confirmant que la fin de la saison des pluies est mieux définie que son démarrage et moins variable d'une année à l'autre.

Les dates de démarrage et de fin de saison pluvieuse obtenues sont fonctions de la méthode et des critères obtenues et du régime climatique déterminant le secteur d'étude. L'analyse des dates de démarrages et de fin des saisons observées dans la zone agroécologique 5 du Bénin montre pour toutes les stations un démarrage précoce pour le critère climatique contre un démarrage tardif et raisonnable pour le critère hydrologique. Quant à la fin des saisons, la prédétermination signale une fin tardive pour le critère climatique et précoce pour le critère hydrologique. La variabilité des saisons observées dans le secteur est identique aux réalités de tout le Bénin et de l'Afrique de l'Ouest. Cette situation a notamment des répercussions sur les activités agro pastorales menées dans la zone d'étude. Sur l'ensemble du pays, des résultats similaires ont été obtenus par Chédé *et al, 2020 qui a* constaté que la saison des pluies connait une forte instabilité. Cette instabilité se traduirait non seulement par une forte variation des dates de début et de fin de la saison mais également par une diminution du nombre de jour de pluie et du cumule pluviométrique. Aussi Zakari *et al*, (2012) et Yabi (2013), avaient déjà constaté la dégradation de la qualité dégradation de la qualité des saisons agricoles depuis quelques décennies dans la mesure où les longueurs des saisons raccourcissent de plus en plus sans oublier les faux départs et les interruptions de pluies au cœur de la saison.

Tableau 1. Récapitulatif des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses à Agouna, Aklankpa, Aplahoué, Bohicon et Ouèssè

		Critère climatique	Critère hydrologique		
			Seuil 0,5 mm	Seuil 2,5 mm	Seuil 5 mm
Agouna	Date démarrage	[1 Janvier -26 avr.]	[29 Janvier -20 avr.]	[1 Janvier -8 mars]	[1 Janvier -26 avr.]
	Date moyenne démarrage	18 Fevrier	22 mars	08 févr	15 févr
	Écart type 1	23	21	19	22
	Date de fin	[24 juin -23 déc.]	[29 Janvier-24 oct.]	[24 juin -27 déc.]	[24 juin -23 déc.]
	Date moyenne fin	29 oct	27 août	04 nov	30 oct
	Ecart type 2	33	77	35	33
	Longueur moyenne de la saison (jours)	253	158	269	257
Aklankpa	Date de démarrage	[12-Janvier- 11-juin]	[2-Janvier-12-juin]	[12-Janvier-3-avr.]	[12-Janvier-30-avr.]
	Date moyenne démarrage	23 févr	16 mars	18 Fev	21 févr
	Écart type 1	33	39	21	25
	Date de fin	[28-avr. -13-déc.]	[2-Janvier-11-déc.]	[28-avr. -13-déc.]	[28-avr. -13-déc.]
	Date moyenne fin	08 oct	23 juil	13 oct	12 oct
	Ecart type 2	49	110	48	48
	Longueur moyenne de la saison (jours)	224	129	237	233
Aplahoué	Date de démarrage	[1-Janvier-2-juil.]	[2-Janvier-14-avr.]	[1-Janvier-1-juil.]	[1-Janvier-2-juil.]
	Date moyenne démarrage	16 févr	28 févr	12 févr	21 févr
	Écart type 1	32	35	32	25
	Date de fin	[20-oct. -31-déc.]	[2-Janvier-9-déc.]	[24-oct. -31-déc.]	[24-oct. -31-déc.]
	Date moyenne fin	23 nov	26 juil	29 nov	12 oct
	Ecart type 2	20	123	18	48
	Longueur moyenne de la saison (jours)	280	148	290	233
Bohicon	Date de démarrage	[18 Janvier- 06 Avril]	[08 Février -22 Avril]	[13 Janvier -04 Avril]	[03 Janvier- 13 Mars]
	Date moyenne démarrage	10 Fevrier	24 mars	04 févr	08 févr
	Écart type 1	19	21	21	19
	Date de fin	[10 Octobre -31 Décembre]	[12 Septembre 06 - Novembre]	[02 Novembre 08 - Novembre]	[02 Novembre 08 - Novembre]
	Date moyenne fin	12 août	06 oct	26 nov	21 nov
	Ecart type 2	21	20	20	20
	Longueur moyenne de la saison (jours)	183	196	295	286
Ouèssè	Date de démarrage	[1-Janvier-5-avr.]	[21-Janvier-10-mai]	[1-Janvier-3-avr.]	[1-Janvier-5-avr.]
	Date moyenne démarrage	18 févr	06 avr	14 févr	16 févr
	Écart type 1	22	24	22	24
	Date de fin	[9-oct.-30-déc.]	[27-avr.-18-oct.]	[17-oct. -30-déc.]	[9-oct. -30-déc.]
	Date moyenne fin	05 nov	18 sept	08 nov	06 nov
	Ecart type 2	21	44	19	21
	Longueur moyenne de la saison (jours)	260	165	267	263

Tableau 2. Récapitulatif des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses à Dassa, Parakou, Savè et Tchaourou

			Critère hydrologique		
		Critère Climatique	Seuil 0,5 mm	Seuil 2,5 mm	Seuil 5 mm
Dassa	Date de démarrage	[1-Janvier-2-oct.]	[2-Janvier-21-avr.]	[1-Janvier-2-oct.]	[1-Janvier-2-oct.]
	Date moyenne démarrage	16 fev	16 mars	07 fev	12 fev
	Écart type 1	40	27	39	39
	Date de fin	[30-mai-30-déc.]	[2-Janvier-25-nov.]	[30-mai - 30-déc.]	[30-mai - 30-déc.]
	Date moyenne fin	05 nov	22 août	08 nov	06 nov
	Ecart type 2	32	90	31	31
	Longueur moyenne de la saison (jours)	262	159	274	267
Parakou	Date de démarrage	[07 Janvier- 14 Avril]	[28 Janvier -18 Mai]	[01 Janvier - 04 Avril]	[07 Janvier-07 Avril]
	Date moyenne démarrage	01 mars	16 avr	12 févr	24 févr
	Écart type 1	23	22	23	23
	Date de fin	[03 Octobre -30 Décembre]	[28 Janvier -21 Octobre]	[18 Octobre -30 Décembre]	[03 Octobre -30 Décembre]
	Date moyenne fin	01 nov	11 sept	08 nov	07 nov
	Ecart type 2	22	61	19	24
	Longueur moyenne de la saison (jours)	245	149	269	256
Savè	Date de démarrage	[01 Janvier -23 Mars]	[08 Février- 22 Avril]	[03 Janvier-13 Mars]	[03 Janvier- 13 Mars]
	Date moyenne démarrage	16 févr	28 mars	06 févr	10 févr
	Écart type 1	22	19	19	19
	Date de fin	[17 Octobre -10 Décembre]	[12 Septembre 06-Novembre]	[11 Octobre-31 Décembre]	[11 Octobre-31 Décembre]
	Date moyenne fin	06 nov	06 nov.	08 nov	12 nov
	Ecart type 2	21	40	22	22
	Longueur moyenne de la saison (jours)	263	223	275	275
Tchaourou	Date de démarrage	[11-Janvier-9-mai]	[2-Janvier-29-mai]	[4-Janvier-2-mai]	[4-Janvier-2-mai]
	Date moyenne démarrage	16 fev	05 avr	24 févr	27 févr
	Écart type 1	27	26	27	27
	Date moyenne fin	24 oct	26 août	06 nov	27 oct
	Date de fin	[28-févr. -30-déc.]	[2-Janvier- 21-oct.]	[28-févr.-30-déc.]	[28-févr.-30-déc.]
	Ecart type 2	51	77	56	52
	Longueur moyenne de la saison (jours)	250	143	255	242

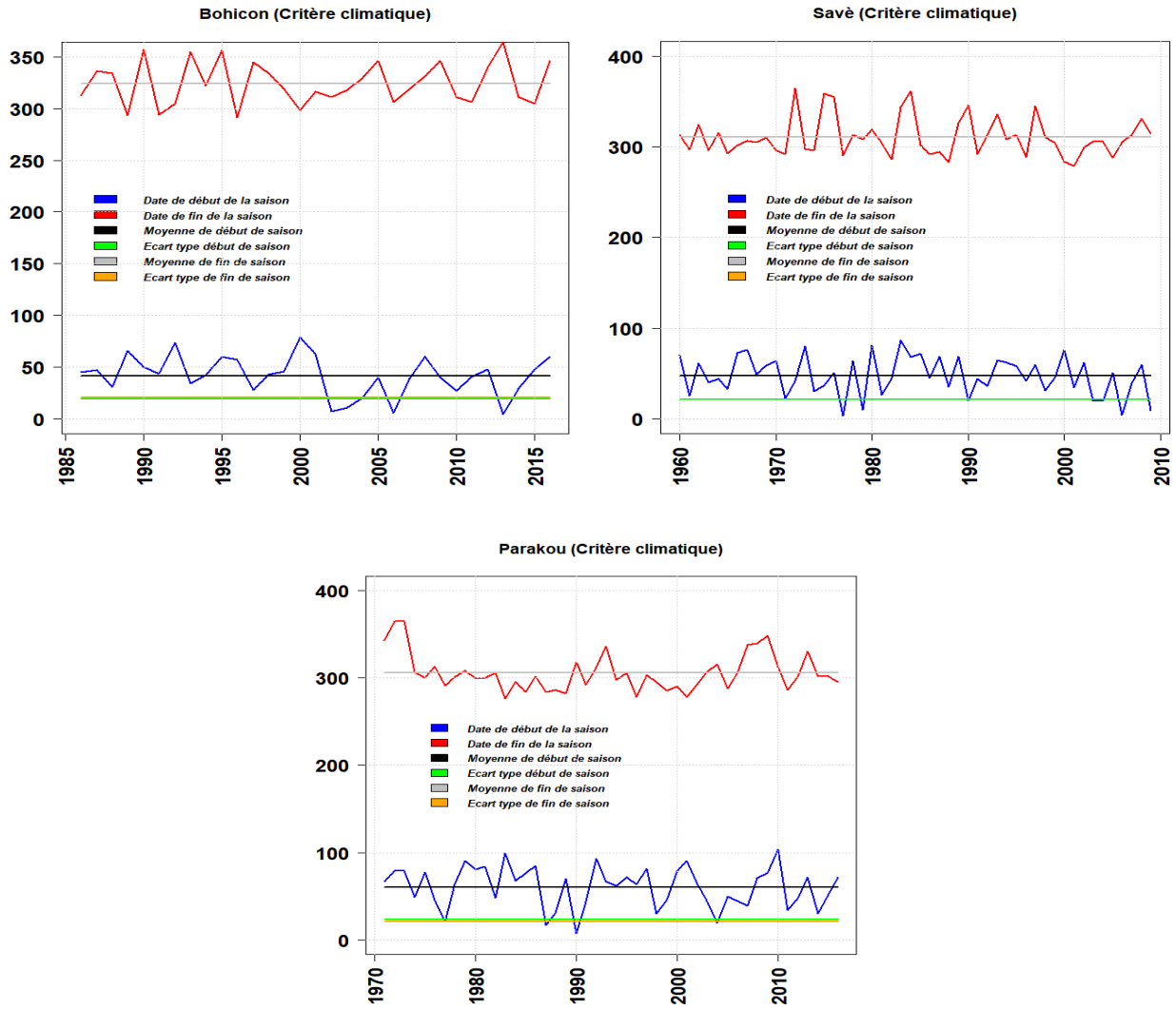


Fig. 3. Variabilité interannuelle des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses et les statistiques afférentes à la station synoptique de Bohicon, de Savè et de Parakou suivant le critère climatique

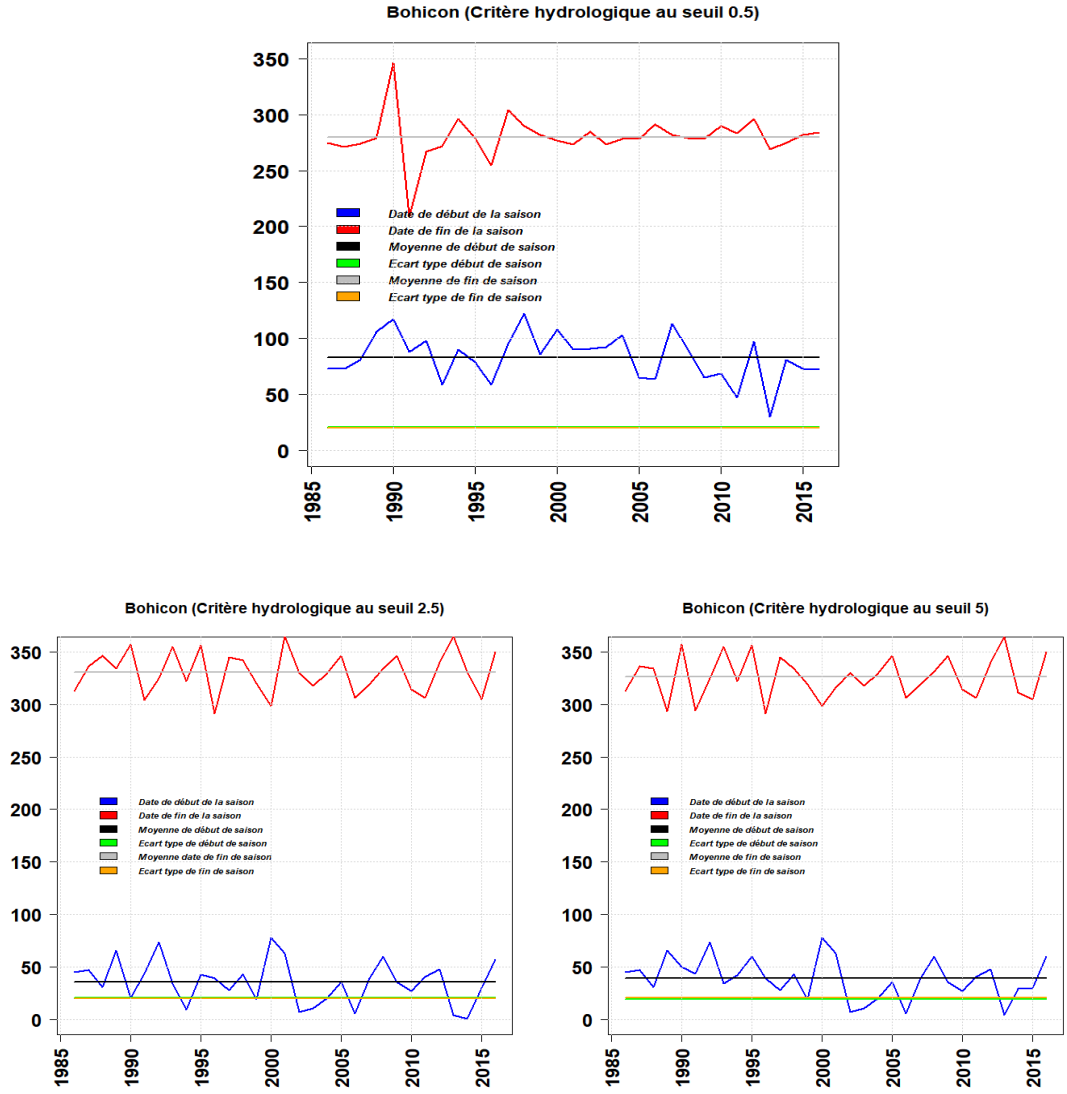


Fig. 4. Variabilité interannuelle des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses et les statistiques afférentes à la station synoptique de Bohicon suivant le critère hydrologique



Fig. 5. Variabilité interannuelle des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses et les statistiques afférentes à la station synoptique de Savè suivant le critère hydrologique

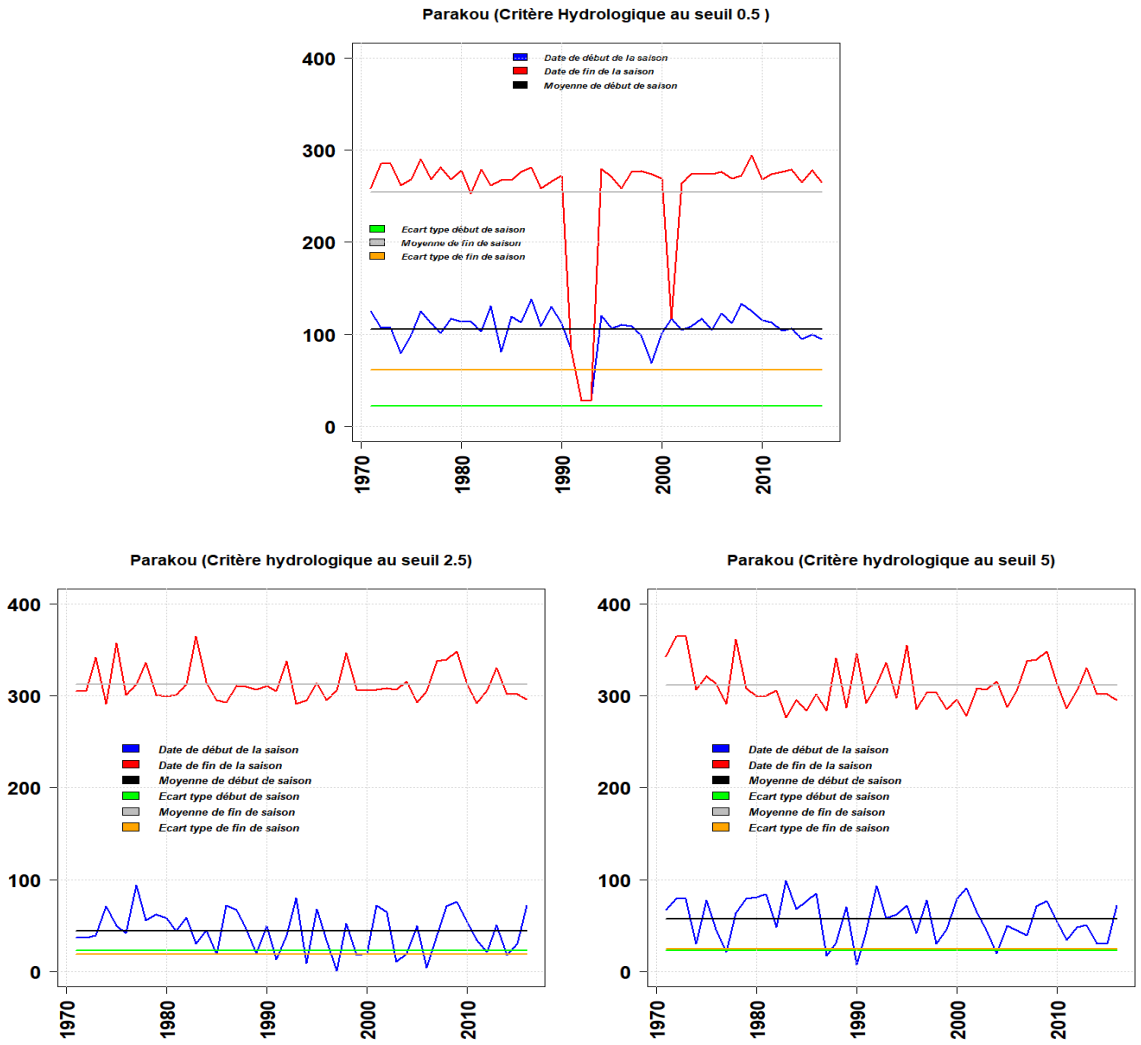


Fig. 6. Variabilité interannuelle des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses et des statistiques afférentes au niveau de la station synoptique de Parakou selon le critère hydrologique

5 CONCLUSION

Cette étude a apporté une contribution à l'analyse des modifications en cours des régimes des saisons pluviométriques dans la zone agroécologique 5 du Bénin. Diverses méthodes sont utilisées pour la détermination des dates de démarrage ou de cessation des saisons de pluies. Le modèle du pourcentage cumulé des pluies moyennes, méthode basée l'analyse des précipitations à l'échelle du secteur d'étude et les critères hydrologique ont permis de dégager les périodes déterminants la saison des pluies dans le secteur d'étude. En effet les variabilités observées dans le climat ne sont pas restées sans impact sur les saisons pluvieuses. Plusieurs instabilités sont notées dans le démarrage et la fin des saisons de pluies. Cette variabilité observée est plus forte dans le démarrage des saisons qu'à la fin de celle-ci. Le raccourcissement général identifié dans les saisons pluvieuses annuelles est étroitement lié à la diminution de la pluviométrie.

REFERENCES

[1] Adewi E, Badameli KMS, Dubreuil V. (2010): Évolution des saisons des pluies potentiellement utiles au Togo de 1950 à 2000. Climatologie, 7: 89-107. DOI: 10.4267/climatologie.489.

[2] Afouda F. (1990): L'eau et les cultures dans le Bénin central et septentrional: étude de la variabilité des bilans de l'eau dans leurs relations avec le milieu rural de la savane africaine. Thèse de Doctorat nouveau régime, Univ. Paris IV (Sorbonne), Institut de Géographie. 428p.

[3] Boko M., (1988): Climats et communautés rurales du Bénin: Rythmes climatiques et rythmes de développement. Thèse de Doctorat d'Etat ès Lettres et Sciences Humaines. Université de Bourgogne, Dijon. 2 volumes, 608 p.

[4] Camberlin P., Okoola R., Diop M., Valimba P., (2003): Identification des dates de démarrage et de fin de saison des pluies: Applications à l'Afrique de l'Est et au Sénégal. Publication de l'Association Internationale de Climatologie, Vol. 15, 295-303 pp.

[5] Chédé D. F., Yabi I, Houndénou C., (2020): Variabilité Intra-saisonnière de La Grande Saison pluvieuse dans le Sud-Benin, European Scientific Journal February 2020 edition Vol.16, No.6 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431 pp 301-317.

[6] Ilesanmi, O. O. (1972b): An empirical formulation of the onset, advance and retreat of rainfall in Nigeria. J. Trop. Geog. 34, 17–24.

[7] INSAE (2013): Résultats provisoires du quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation. 88 p.

[8] J. O. Adejuwon, E. E. Balogun, S. A. Adejuwon, (1990): On the annual and seasonal patterns of rainfall fluctuations in subsaharan West Africa, Volume10, Issue8 December 1990, 839-848pp.

[9] kouassi A.M., R.A.K. Nassa, Y.B. Koffi, K.F. Kouame et J. Biemi (2018): Modélisation statistique des pluies maximales annuelles dans le District d'Abidjan (sud de la Côte d'Ivoire). *Rev. Sci. Eau*, 31, 147-160.

[10] Ogouwale E. (2006): Changements climatiques dans le Bénin méridional et central: Indicateurs, scénarios et prospectives de la sécurité alimentaire. Thèse de doctorat unique de géographie, EDP/FLASH/UAC, 299 p.

[11] Peugeot C., (1995): Influence de l'encroûtement superficiel du sol sur le fonctionnement hydrologique d'un bassin-versant sahélien (Niger). Expérimentation in situ et modélisation. Thèse de Doctorat. Université de Grenoble 1, 305 p + annexes.

[12] Traboulsi M. (2012): La saison pluvieuse au Proche-Orient: une tendance au raccourcissement. Revue Climatologie, 9, 9-29.

[13] Yabi Ibouraïma, Ogouwale Euloge, Boko Michel, (2011): Contraintes climatiques et développement agricole au Bénin, Annales de la Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaine (FLASH) de l'Université d'Abomey-Calavi, Vol. 2, 13-30pp.

[14] Zakari S., Yabi I. Ogouwalé E. et Boko M. (2012): Analyse de quelques caractéristiques de la saison des pluies dans le Département du Borgou (Bénin, Afrique de l'Ouest). Actes du XXVème Colloque de l'AIC, Grenoble, France, pp. 693-698.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 904-916
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Etat de potabilité de l'eau de consommation de la ville de Mao, province du kanem au Tchad: Constats et perspectives

[State potability of drinking water in the city of Mao, Kanem province in Chad: Observations and Outlook]

Epolyste Adjeffa[1], Kaziri Adeline[2], and Ayambi Koutimma[3]

[1]Department de Géographie, Ecole Normale Supérieure de N'Djamena, Chad

[2]Department de SVT, Ecole Normale Supérieure de N'Djamena, Chad

[3]Department des Sciences de l'Education, Ecole Normale Supérieure de N'Djamena, Chad

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Investigations on the state of potability of the city of Mao water consumption in the Kanem province in Chad were carried out in 2000. Three pieces of information (i) the physico-chemical analysis (ii) the bacteriological analysis and (iii) the piezometric measurements of the water points were crossed. The results show that 25% of the sampled water points have abnormal concentrations of nitrates of iron and ammonium total respectively 55mg / ml, 1.85mg / ml and 0.65mg / ml values that are beyond the limit of the national standard. These abnormal concentrations of chemical elements could have origins linked to human activities. Bacteriological analysis detects fecal coliforms, Escherichia coli, fecal enterococci and total aerobic flora in 35% of the structures sampled and analyzed. Finally, the piezometric measurements show an overall low piezometric level in the city and highlight two piezometric domes in the center of the city which orient the direction of groundwater flow in all directions, converging towards the outskirts of the city.

KEYWORDS: Physico-chemical analysis, Bacteriological analysis, Piezometric measurements, Mao, Chad.

RESUME: Des investigations sur l'état de potabilité de l'eau de consommation de la ville de Mao, dans la province du Kanem au Tchad ont été réalisées en 2000. Trois informations (i) l'analyse physico-chimique (ii) l'analyse bactériologique et (iii) les mesures piézométriques des points d'eau ont été croisées. Les résultats montrent que 25% des points d'eau échantillonnés présentent des concentrations anormales en nitrates, en fer total et en ammonium respectivement de 55mg/ml,1.85mg/ml et 0.65mg/ml qui sont des valeurs au-delà de la limite de la norme nationale. Ces concentrations anormales des éléments chimiques pourraient avoir des origines liées aux activités humaines. L'analyse bactériologique détecte des coliformes fécaux, d'Escherichia coli, des entérocoques fécaux et flores aérobies totales dans 35% des ouvrages échantillonnés et analysés. Enfin, les mesures piézométriques montrent globalement un faible niveau piézométrique dans la ville et mettent en évidence deux dômes piézométriques au centre de la ville qui orientent le sens de l'écoulement des eaux souterraines dans tous les sens, convergeant vers la périphérie de la ville.

MOTS-CLEFS: Analyse physico-chimique, Analyse bactériologique, Mesures piézométriques, potabilité, Mao, Tchad.

Corresponding Author: Epolyste Adjeffa

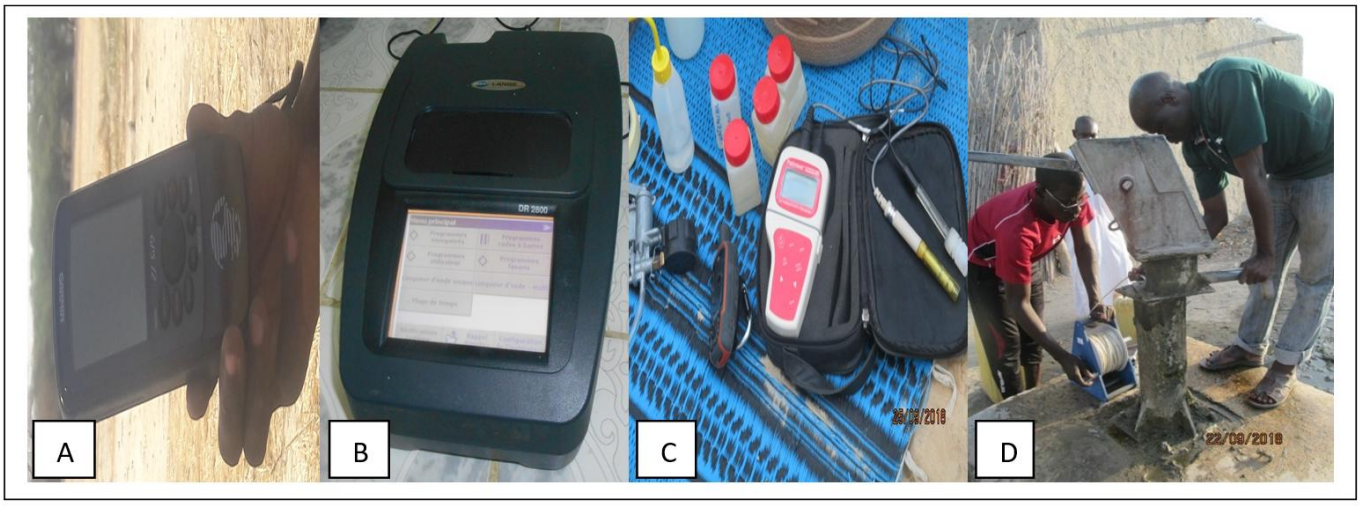
1. INTRODUCTION

L'eau donne la vie et assure la pérennité de toutes les espèces vivantes. Pour l'homme, elle permet son alimentation, assure son hygiène, entretient sa santé et participe à son confort, voire ses loisirs. Mais lors de sa circulation incessante terrestre ou atmosphérique, l'eau dissout ou emporte tout ce qu'elle rencontre, diffuse les pollutions rencontrées, propage les maladies [1]. « L'eau c'est la vie, mais c'est aussi la mort ». La population mondiale a triplé au cours du 20ème siècle, ses besoins en eau ont sextuplé. Malheureusement, 1/6 de cette population mondiale n'aurait pas accès à l'eau potable et que 1/3 manque d'installations sanitaires [2]. Les conséquences de cette situation sont l'état de morbidité des personnes vulnérables et la prolifération des maladies hydriques. [3] estime que 7millions de personnes meurent chaque année de maladies transmises par l'eau. En Afrique Subsaharienne, l'eau douce est une denrée qui devient de plus en plus rare, [4]. Cette denrée qui ne représente que 2.5% du volume total de l'eau de la planète (97.5% pour l'eau salée) [5] subit une forte pression pour la satisfaction des besoins de la population. Cette pression sur les ressources en eau douce va encore augmenter avec la forte croissance démographique, la nécessaire croissance de la production agroalimentaire, le développement industriel et l'amélioration des conditions de vie de la population [6]. Les activités anthropiques, mobilisant des ressources naturelles, génèrent des déchets solides, des rejets liquides et des effluents gazeux. Ainsi, elles provoquent des transferts de polluants vers les milieux naturels de surface ou souterrains et, de ce fait, peuvent compromettre l'équilibre biologique des écosystèmes.

Au Tchad, malgré des efforts marqués d'équipement en points d'eau et en adductions d'eau potable depuis 2003, le pays n'a pas atteint son objectif du millénaire pour le développement (60% de la population ayant accès à l'eau potable en 2015 et se situe très en-deçà de la moyenne de l'Afrique sub-saharienne, selon [7]. Le taux d'accès à une source d'eau améliorée est de 55,7% en 2017. Plus de la moitié des ménages n'ont accès qu'à un service de base. Seulement 25% de la population urbaine bénéficie de branchements domiciliaires mais qui ne répondent pas aux critères d'un service géré en toute sécurité, qu'il s'agisse de la qualité de l'eau fournie ou de la continuité du service. L'urbanisation conjuguée à une absence d'assainissement adéquat conduit par ailleurs à une contamination bactériologique des nappes superficielles utilisées par de nombreux puits et forages privés. Mao, une des anciennes villes du Tchad ne déroge pas de cette situation. Elle a bénéficié de la réalisation d'un système d'alimentation en eau potable en 1970. Ce système devenu vétuste desserve difficilement le centre de la ville. Le niveau actuel de l'urbanisation de la ville a doublé, voire quadruplé, obligeant ainsi les populations à faire recours aux pompes à motricité humaine pour leur approvisionnement. Malheureusement ces ouvrages financés par des privés ne respectent pas souvent les directives du Ministère en charge de l'eau en matière de choix de site d'implantation et de profondeur d'ouvrage. L'objectif de cette étude est d'identifier les sources possibles d'approvisionnement en eau de la ville et de faire des investigations sur la qualité de cette eau de consommation.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le matériel dans l'encadré 1 est celui ayant servi à l'étude.



Encadré N°1: le matériel d'étude

A. Global position system (GPS) relève les coordonnés géographiques des points
B. Spectrophotomètre DR800.
C. Un multimètre de terrain WTW, pour des mesures in situ des paramètres physiques et prélèvements.
D. Mesure des niveaux piézométriques à l'aide d'une sonde piézométrique de 100m

LOCALISATION

La vile de Mao, zone d'étude est située dans la province du Kanem notamment entre les 14,09°et 14,15° Nord et les 15,29° et 15,33° Est (Figure 1, c). Elle appartient au bassin du Lac Tchad.

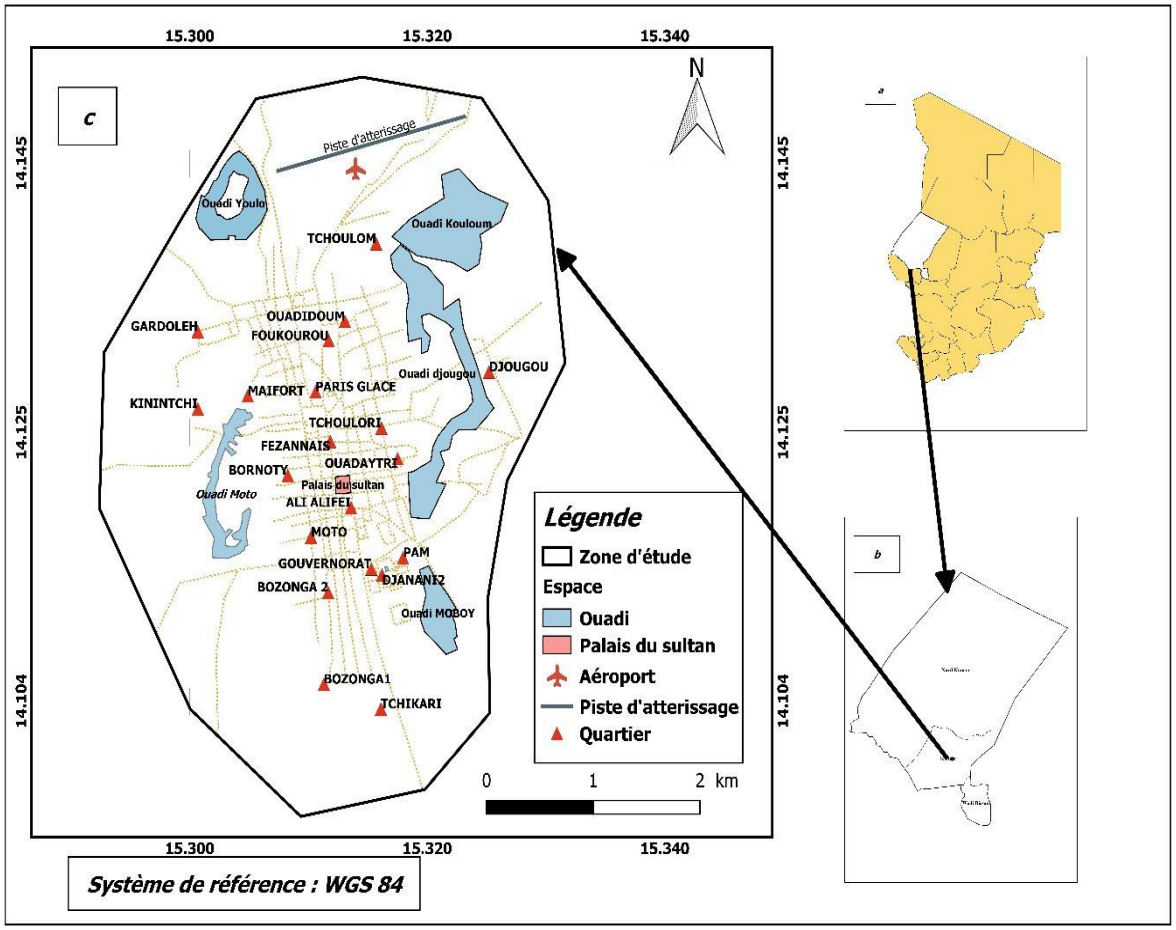


Fig. 1. Carte de localisation de la zone d'étude: a) carte du Tchad, b) carte de la province du Kanem, c) carte la zone d'étude

Source: IGN, 1976

MÉTHODES

Trois méthodes ont été retenues: l'analyse physico-chimique, bactériologique et les mesures piézométriques.

MESURES PIÉZOMÉTRIQUES

La piézométrie désigne l'ensemble de mesures des niveaux piézométriques: niveau statique, niveau dynamique des ouvrages hydrauliques (forages, puits). Dans le cadre de cette étude, nous avions dénombré vingt (20) points d'eau dont les coordonnées géographiques ont été levées et ceux-ci sont positionnés sur la figure N° 2. Aussi, le nom du quartier où est installé l'ouvrage lui a été affecté. Toutefois ce sont onze (11) points d'eau sur les vingts qui ont été choisis pour la campagne piézométrique au regard du rapprochement entre ceux-ci. Le procédé a utilisé une sonde piézométrique lumineuse pour

effectuer les différentes mesures. L'extrémité métallique de la sonde est introduite dans l'ouvrage. Au contact de la surface de l'eau, elle émet une lumière. La lecture est effectuée sur la graduation du ruban de la sonde. A cette valeur lue, on soustrait la valeur de la margelle mesurée à l'aide du ruban gradué. Cela est mathématiquement représenté comme suit:

Ns = Nm-M

Avec : ***Ns*** *le niveau statique,* ***Nm*** *le niveau d'eau mesuré et* ***M*** *la margelle.*

Le niveau piézométrique est obtenu en effectuant la différence entre l'altitude du point par rapport au niveau de la mer, obtenue par GPS et le niveau statique de l'eau dans l'ouvrage.

Le Niveau piézométrique est obtenu selon la formule:

Np = Z (m) -Ns (m)

Z: Altitude de la surface topographique en mètre (m).
Np: Niveau piézométrique en mètre (m);
Ns: Niveau statique en mètre

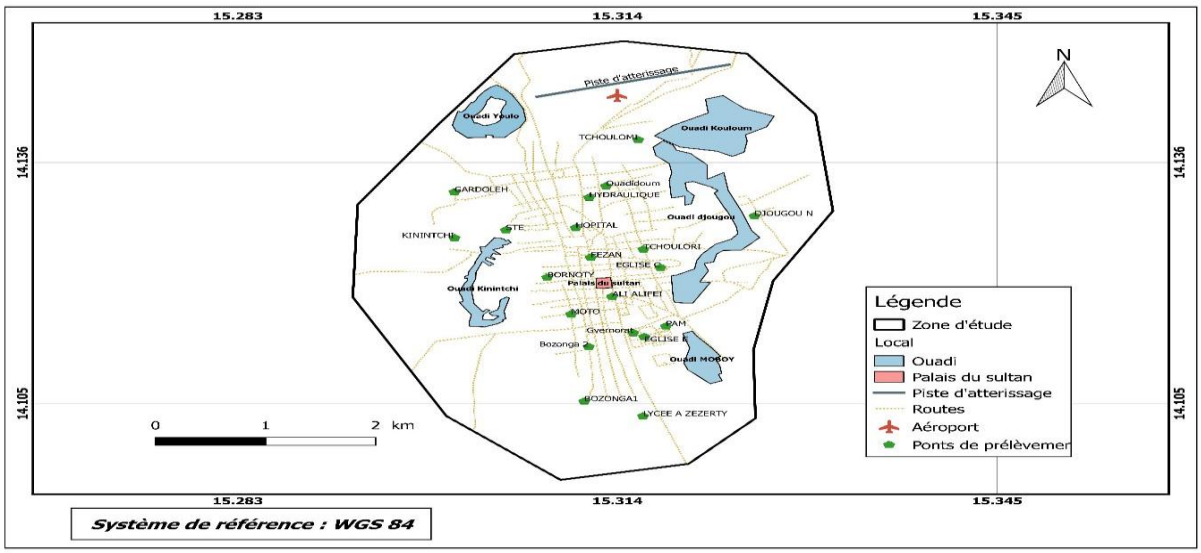


Fig. 2. Carte des points de prélèvements des eaux souterraines

ANALYSE AU LABORATOIRE

ANALYSE DES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES

Vingts (20) échantillons d'eau ont été prélevés à raison d'un échantillon par ouvrage. La répartition spatiale des points d'échantillonnage est représentée dans la figure N° 2. Certains paramètres tels que le potentiel d'hydrogène (pH), la Température, la conductivité électrique ont été mesurés in situ. Les échantillons prélevés ont été conservés dans une glacière et acheminés le même jour du prélèvement au Laboratoire Nationale des Eaux (LNE), branche de Mao pour analyse. Les paramètres chimiques analysés sont d'une part, les ions Ca^{2+} Mg^{2+}, Cl^- et HCO_3^- dosés suivant la méthode volumétrique et d'autre part, les ions Na^+ et K^+ qui sont déterminés par la méthode spectrométrique utilisant le spectrophotomètre à flamme. Enfin les éléments tels que le Fer total, les ions SO_4^{2-}, NH_4^+ et NO_3^- sont déterminés par le spectrophotomètre DR2800. L'analyse de ces paramètres vise à déterminer la concentration de ces éléments dans l'eau de consommation puis à se prononcer sur le risque d'une contamination chimique et finalement à montrer leur origine.

ANALYSE DES PARAMÈTRES MICROBIOLOGIQUES

L'analyse bactériologique a été effectuée en novembre 2020. Au total vingt (20) échantillons ont été prélevés et analysés au laboratoire Nationales des eaux (LNE), branche de Mao. L'analyse a porté sur les germes indicateurs de la pollution tels que: les Coliformes totaux, les Entérocoques fécaux, les Escherichia coli et les flores aérobies totales. Le procédé d'analyse a été basé sur l'ensemencement sur des milieux des cultures, chromocult (gélose) pour les coliformes totaux, fécaux et Escherichia coli et le milieu P pour les flores aérobies totales. Les échantillons ont été préalablement filtrés sur une membrane avant leur ensemencement sur les milieux de culture respectifs. La durée d'incubation varie de 24 à 48 heures, à une température de 37°C pour les coliformes totaux et de 44°C pour les coliformes fécaux. Elle est de 24 heures sous la température de 37°C pour les flores aérobies totales.

ANALYSE DES DONNÉES

L'analyse des données et l'établissement des cartes ont été possibles au moyen des logiciels de traitement multicritères: Arc-Gis, QGis, Surfer et xlstat.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

RÉSULTATS DE LA PIÉZOMÉTRIE

Les résultats de la campagne piézométrique sont présentés dans le Tableau N°1.

Tableau 1. Résultats des paramètres hydrodynamiques des ouvrages hydrauliques

Point d'eau	Y	X	Z (m)	Ns (m)	NP (m)
Ouadidoum	14,133	15,31308	344	49,6	294,4
Bozonga 2	14,1123	15,31167	339	41,7	297,3
Tchoulori	14,1289	15,32562	323	29	294
Ali Alifei	14,1188	15,31358	352	47,2	304,8
Ouadi djougou	14,1266	15,32429	317	7,2	309,8
Gardoleh	14,1322	15,30069	331	42	289
Bornoty	14,1212	15,30828	353	36,8	316,2
Fezanais	14,1238	15,31183	358	56,4	301,6
Djougou Nord	14,1291	15,32519	320	29	291
Mao-Youlo1	14,1212	15,5161	330	49	281
Moto	14,1165	15,31022	345	44,6	300,4

X: Longitude; Y: Latitude; NS: Niveau Statique; NP: Niveau piézométrique;

L'analyse du tableau N° 1 montre que les niveaux statiques des ouvrages oscillent entre 7.2 et 56.4 m avec une moyenne de 39.3m et que le niveau piézométrique oscille entre 281m à Mao-Youlo1 contre 316.2m à Bornoty; ce qui donne une faible piézométrie sur l'ensemble de la ville. La faible piézométrie est évoquée par [8]; [9]; [10] comme facteur de diffusion des produits chimiques dans les aquifères. Par ailleurs, les levés piézométriques complétés des observations des terrains ont permis l'établissement de la carte piézométrique de la ville de Mao présentée sur la figure N° 3.

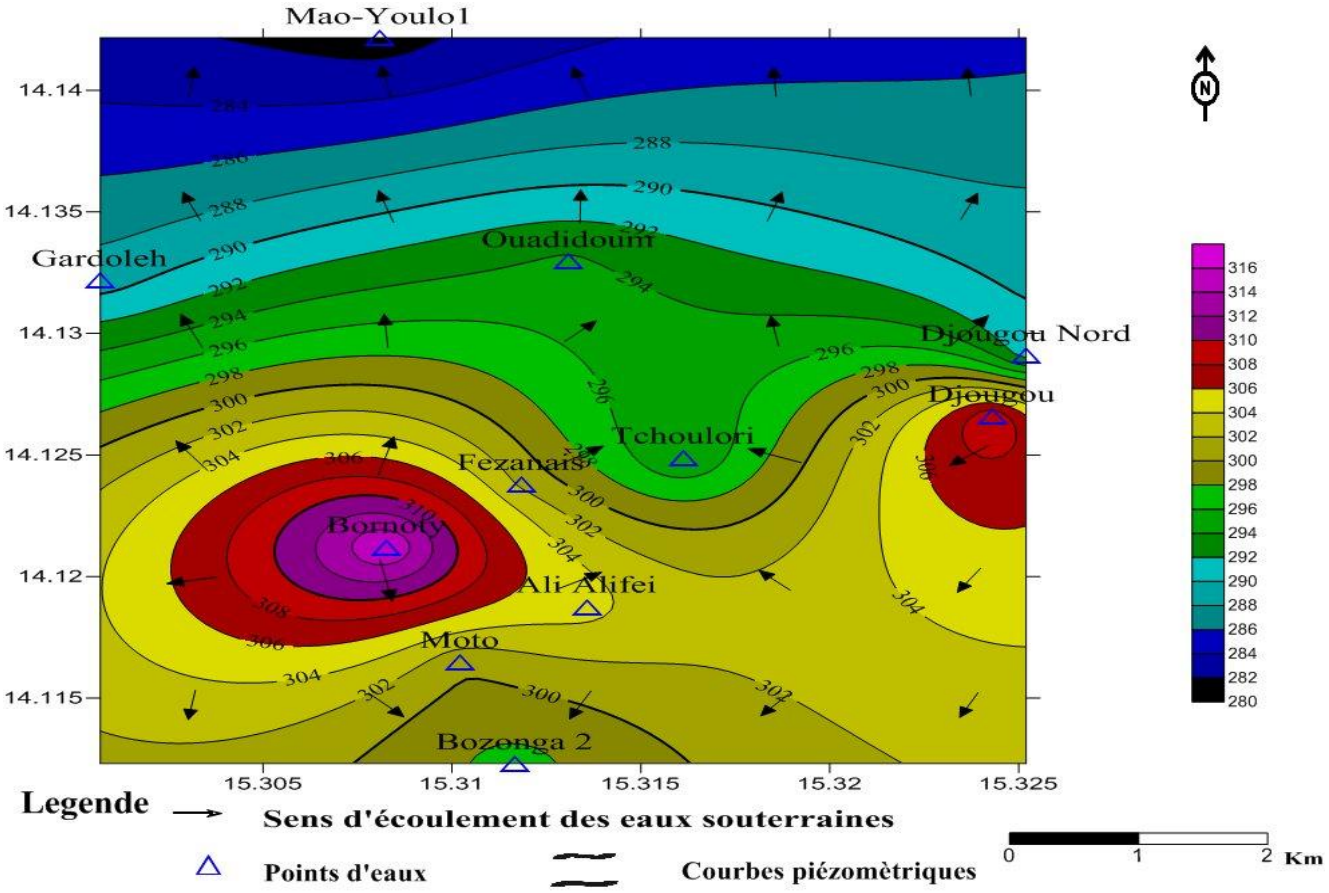


Fig. 3. Carte piézométrique de la ville de Mao

L'analyse de la carte piézométrique montre que les côtes piézométriques présentent un espacement régressif des courbes isopièzes du centre vers la périphérie de la ville de Mao; ce qui met en évidence la présence des dômes piézométriques à Bornoty (isopièze 314 m) et à Djougou (isopièze 308 m) au centre et des dépressions en périphérie entourant la ville. Cette configuration fait que le sens d'écoulement des eaux souterraines est orienté dans toutes les directions convergeant vers ces dépressions en périphérie de la ville. Ce constat est en lien avec la réalité du terrain, caractérisé par la présence des ouadis ou dépressions qui entourent la ville et dans lesquelles se pratiquent des activités maraichères.

RÉSULTATS DE L'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX

L'analyse physico-chimique a porté sur un échantillon de vingt (20) ouvrages choisis sur la base de la densité de la fréquentation de ces ouvrages par les populations pour leur approvisionnement en eau. Ces ouvrages sont répartis sur l'ensemble de la zone d'étude. Les résultats de ces analyses sont présentés dans le tableau N°2.

Tableau 2. Résultats des analyses physico-chimiques des eaux de la ville de Mao

Nom de forage	Na+	Ca2+	k+	Mg2+	NH4+	Fe	CaCo3	HCO3-	SO42-	NO3-	CL-	CE((µS/cm)	PH	T°c
BOZONGA1	26	8,8	2,5	6,8	0	0,1	50	70,76	16	23,8	10	174,8	6,2	27
PAM	11,5	1,6	1,5	1,46	0	0	10	26,84	7,5	0	5	77,65	8,5	28
HYDRAULIQUE	10	6	2	4,2	0	0	64	17,7	6	4,1	25	165,8	8,3	26
LYCEE A ZEZERTY	32,5	7,2	5,5	2,92	0	0,1	30	61	25	9	16	196,6	8,2	25
EGLISE EVAN	33,2	8	5	0,49	0	0,23	22	34,16	20,2	16,5	26	243,8	7,5	25
GOUVERNORAT	39,8	7,2	4,5	0,49	0	0,11	20	36,6	15	9	42	205,6	7,2	29
ECOLE N INSTITUTEUR	25,5	4	2,5	1,94	0	0,3	18	17,08	24,5	12,9	19	144,2	7	25
STE	42	6,4	3,5	0,97	0	0,3	20	26,84	29,5	15,2	35	249,3	6,9	25
HOPITAL	37,1	7,2	5,5	3,9	0	0,12	30	14,64	39,5	19,5	37	241,7	6,4	25
MARCHE DE BETAIL	13,2	8	2,2	4,37	0	0	38	53,68	3	0	16	166,3	6,25	26
OUADIDOUM	6,9	1,6	15	4,4	0,1	0,1	22	19,5	15	2,7	15	173	6,9	27
BOZONGA 2	0,3	1,4	1,2	4,5	0,2	0,2	22	19,5	0	2	5	147	6,27	28
TCHOULORI	6	8	10	2,4	0,02	0,02	30	16,45	10	8,9	20	348	6,12	28
ALI ALIFEI	4,5	6,4	20	1,5	0,25	0,25	22	23,9	11	2,3	15	308	6,26	28
GARSOLEH	0,7	8	1,9	2,9	0,12	0,12	32	24,4	1	6	7	98	6,28	29
BORNOTY	0,7	20	4,5	3,4	0,25	0,25	64	61	4	3	11	133	6,27	29
FEZANAIS	1,3	5,6	3,6	4,4	1,85	1,85	32	24,4	12	0	6	264	6,3	28
MOTO	0,3	18,4	6	3,4	0,01	0,01	60	19,5	18	0,2	27	427	7,6	28
DJOUGOU NORD	6	2,4	26	4,2	0,42	0,42	6	17,1	31	1,5	15	501	7	28
EGLISE CATH	30	8,1	2	2,3	3,9	0,65	34	28	7	55,9	12	210	7,2	27
Norme OMS/Tchad	≤ 200	≤ 100	≤ 50	≤ 12	≤ 1,15	≤ 0,3	RAS	RAS	≤ 0,3	≤ 50	≤ 250	2500µs/cm	6.5-8.5	

L'analyse des paramètres physiques des eaux échantillonnées montre que les températures du secteur d'étude varient entre 25°C à 29°C avec une moyenne arithmétique de 27,30°C. Elles varient de manière cohérente avec les températures moyennes mensuelles de l'air mesurées à la station de Mao (31 à 41°C).Les valeurs du pH mesurées sont hétérogènes sur l'ensemble des eaux échantillonnées. Toutefois elles sont conformes aux normes nationales des eaux de consommation. Elles varient entre 6,2 et 8,5 avec une moyenne de 6.9 proche de la neutralité. Les valeurs des conductivités électriques sont hétérogènes sur l'ensemble de la zone d'étude. Les faibles valeurs sont mesurées au forage PAM (77.63 µS/cm). La conductivité la plus élevée (427µs/cm) est mesurée à Moto. Cette valeur peut s'expliquer par la forte minéralisation de l'eau et l'évaporation au regard des fortes températures enregistrées dans la zone. L'analyse des éléments chimiques présente globalement des concentrations normales au regard de la norme nationale. Toutefois, on note les teneurs anormales en fer total dans les forages Fezanais, Djougou nord et Eglise catholique respectivement de 1.8; 0.42 et 0.65mg/l contre la valeur seuil de la norme nationale de 0.3mg/l. Les sources les plus fréquentes de fer dans l'eau souterraine sont naturelles: il peut s'agir par exemple de l'altération météorique des minéraux et des roches qui en contiennent, comme les amphiboles, les micas ferromagnésiennes, les sulfures de fer, les magnétites, les oxydes, les carbonates, ainsi que les minéraux d'argile ferrugineuse. Le fer est souvent présent à l'état naturel dans les puits ou forages profonds ou l'eau souterraine possédant peu, voire pas du tout d'oxygène, ainsi que dans les régions où l'eau coule à travers des sols riches en matières organiques. Les sources artificielles du fer dans l'eau sont les cuvelages des puits, canalisations, pompes, réservoirs, et autres objets faits en fonte ou en acier pouvant être en contact avec de l'eau. Les effluents industriels, les eaux d'exhaure acide, les eaux usées ainsi que les lixiviats provenant des sites d'enfouissement des déchets peuvent également contribuer à la présence de fer dans les nappes phréatiques. A des concentrations supérieures aux recommandations pour l'eau potable, le fer peut modifier le goût, l'odeur ou la couleur de l'eau de puits. Selon les recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada, le fer correspond à un objectif esthétique (OB) inférieur ou égal à 0,3 milligramme par litre.

La teneur en ammonium observée dans les forages Fezanais et de l'église catholique dont les valeurs respectives de 1.85 et 3.9mg/l, sont supérieures à la valeur de la norme nationale. L'ion ammonium NH_4^+, est la forme réduite de l'azote. Il provient principalement de la décomposition des protéines naturelles contenues dans le phytoplancton et les micro-organismes. Il peut être aussi issu de l'apport d'effluents urbains épurés, de rejets industriels ou agricoles. Il se trouve dans les eaux naturelles à des concentrations qui peuvent varier de 0,1 à plus de 10 mg/l. Selon [11], l'ion ammonium ne présente pas un caractère nocif pour la santé, mais sa présence, en particulier dans les eaux de surface, peut être considérée comme un indicateur de pollution. Cependant, il constitue un élément gênant, car il interfère avec la chloration pour former des chloramines modifiant l'odeur et le goût de l'eau (goût de chlore).

Il est par ailleurs un aliment pour certaines bactéries qui peuvent ainsi proliférer dans les réseaux de distribution. Il convient donc de l'éliminer de l'eau destinée à la consommation humaine.

Enfin, on note une teneur anormale en nitrate qui s'élève à 55,9mg/ml à l'église catholique contre un seuil de 50mg/l. A ce sujet [12] rapportent que les nitrates des eaux souterraines proviennent du lessivage par l'eau de pluie des nitrates produits

naturellement dans le sol superficiel, ou apportés sous forme d'engrais et que la concentration naturelle en nitrates dans les eaux souterraines est inférieure à 10 mg/L. Une étude écologique Canadienne [13] a trouvé une association du risque de cancer du cerveau avec l'exposition aux nitrates dans l'eau potable pour des concentrations supérieures à la limite réglementaire. Aussi, des études écologiques récentes en Slovaquie, en Espagne et en Hongrie, utilisant des mesures historiques de concentrations de nitrates avec des niveaux d'exposition proches ou au-dessus du niveau réglementaire maximum de contamination, ont montré une corrélation positive avec la fréquence ou le taux de mortalité du cancer gastrique [14]; [15]; [16].

En définitive, on constate que statistiquement 25% des points d'eau présente des teneurs anormales en fer total, en ammonium et en nitrate. Pour des raisons de fiabilité des résultats d'analyses, une balance ionique basée sur l'électro-neutralité de l'eau est donnée automatiquement par le logiciel Diagramme pour chaque échantillon d'eau analysé. En effet, une analyse chimique est considérée comme valide lorsque la balance ionique ne dépasse ±5%. Les balances ioniques ont été vérifiées pour l'ensemble des échantillons analysés conformément à la figure N°4.

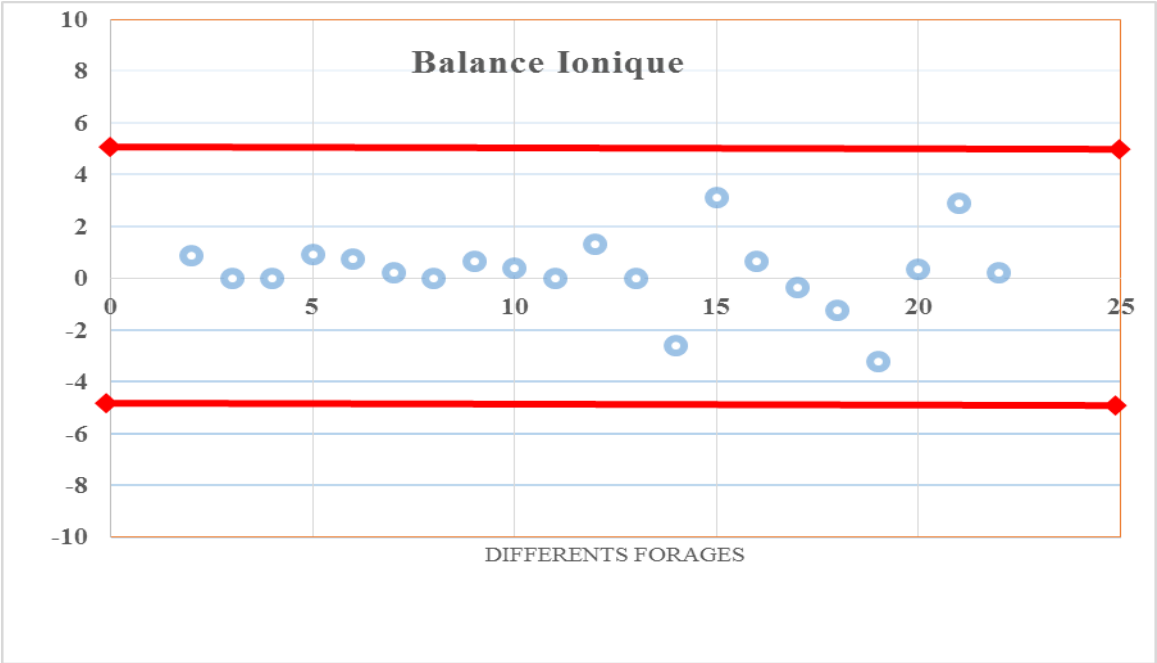


Fig. 4. Balance ionique des eaux souterraines des forages

On constate que les valeurs de la balance ionique des échantillons analysés oscillent entre 3,13 à -3,19 %; ce qui démontre la fiabilité des résultats de l'analyse des paramètres chimiques de l'eau de consommation de la ville de Mao. Afin de déterminer l'origine de la contamination au fer, à l'ammonium et au nitrate, une corrélation entre le nitrate et les autres éléments chimiques est réalisée pour observer leur affinité. Cette corrélation s'appuie sur une matrice de corrélation qui permet d'établir les relations entre les variables chimiques et de ressortir celles qui présentent un comportement similaire, en vue d'avoir une idée sur le chimisme des eaux souterraines. En clair, l'analyse de la matrice de corrélation permet de retenir les éléments corrélés deux à deux pour voir les éléments qui ont une origine commune. En l'espèce, la corrélation est faite entre le nitrate et le fer qui est un paramètre indésirable et entre le nitrate et l'ammonium qui est un paramètre polluant. Les coefficients de corrélation sont compris dans l'intervalle -1,00 à +1,00. La valeur -1,00 représente une parfaite corrélation négative tandis que la valeur +1,00 représente une parfaite corrélation positive. La valeur 0,00 représente une absence de corrélation (ou l'indépendance entre les variables). Le tableau N°4 présente la matrice de corrélation.

Tableau 3. Matrice de corrélation

Variables	pH	c25°C	Na	Ca	K	Mg	NH4	HCO3	SO4	NO3	Cl
T°C											
pH	**1,000**										
c25°C	0,193	**1,000**									
Na	0,366	-0,118	**1,000**								
Ca	0,065	0,144	-0,109	**1,000**							
K	-0,023	**0,688**	-0,261	-0,189	**1,000**						
Mg	0,135	-0,009	-0,393	0,011	-0,002	**1,000**					
Fe	-0,338	0,114	-0,352	-0,069	0,387	-0,029					
NH4	-0,107	0,282	0,018	-0,072	0,155	0,010	**1,000**				
HCO3	-0,075	-0,328	0,217	0,402	-0,272	0,220	-0,152	**1,000**			
SO4	0,378	**0,463**	**0,585**	-0,107	0,326	-0,129	-0,040	-0,153	**1,000**		
NO3	0,119	-0,081	**0,585**	0,049	-0,253	-0,117	**0,622**	0,102	0,152	**1,000**	
Cl	**0,591**	0,288	**0,640**	0,171	0,014	-0,394	-0,245	-0,178	**0,579**	0,121	**1,000**

CORRÉLATION ENTRE LE NITRATE ET LE FER

La corrélation entre le nitrate et le fer est représentée dans la figure N°5. L'analyse de cette figure montre une dispersion irrégulière des points autour de la droite d'ajustement. De plus, avec un coefficient de corrélation de R=0.022, on constate qu'il n'y a pas de corrélation significative entre le nitrate et le fer.

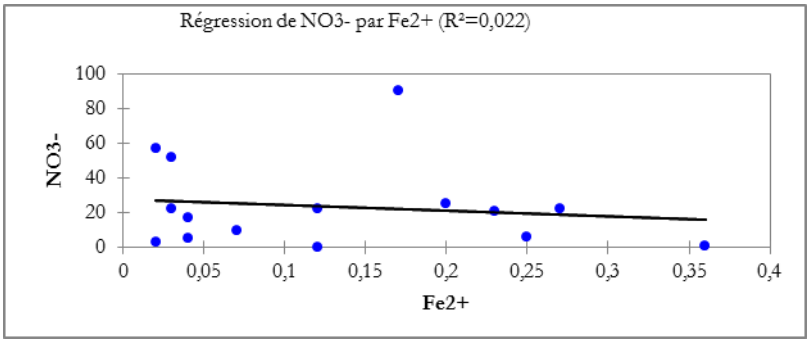


Fig. 5. Corrélation entre le nitrate et le fer

CORRÉLATION ENTRE LE NITRATE ET L'ION AMMONIUM

Comme avec le fer, le nitrate ne montre pas de corrélation significative avec l'ammonium. La faible valeur du coefficient de corrélation (R=0.353) et la dispersion irrégulière des point autour de la droite d'ajustement laissent entrevoir un comportement hydrochimique différent.

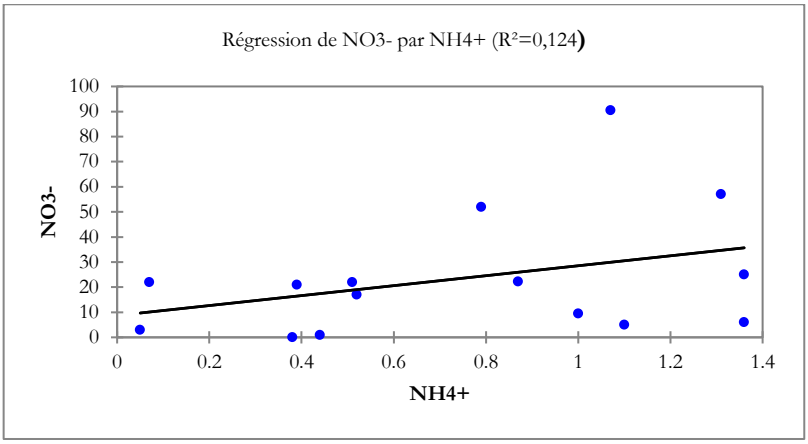


Fig. 6. Corrélation entre le nitrate et l'ammonium

En définitive, l'un dans l'autre, on note qu'il n'y a pas de corrélation significative entre les différents éléments chimiques. L'hypothèse d'une hydrolyse chimique qui libère des bases échangeables susceptibles d'expliquer la concentration anormale du nitrate et d'ammonium dans l'eau ne se justifie pas. Par contre, l'origine de leur teneur élevée observée par endroit dans la zone d'étude, notamment au forage fezanais et à l'église catholique, pourrait s'expliquer par des activités humaines autour de ces forages, notamment la lessive et le dépôt sauvage des ordures ménagères. Ce résultat corrobore ceux de [17]; [18]; [19] qui ont rapporté que la présence de nitrates, en concentration élevée, dans des aquifères sous climat aride, est due à une pollution anthropique. La faible piézométrie peut aussi être indexé comme un facteur de diffusion des polluants dans les aquifères. A ce sujet, [20]; [21]; [22]; [23] ont trouvé que les aquifères peu profonds ou non confinés peuvent être contaminés par des rejets ou des suintements dus à des pratiques agricoles et autres présentes sur le site.

RÉSULTATS DES ANALYSES BACTÉRIOLOGIQUES

Les résultats de l'analyse des paramètres bactériologiques sont consignés dans le tableau N°4.

Tableau 4. Résultat des analyses bactériologiques

Paramétres microbiologiques	Echerichia coli	coliformes totaux	Enterocoques fecaux	flore aérobies totales
Unité	UFC/100ml	UFC/100ml	UFC/100ml	UFC/100ml
BOZONGA1	28	55	>100	>100
PAM	0	0	0	0
HYDRAULIQUE	38	>100	>100	70
LYCEE A ZEZERTY	2	66	>100	>100
EGLISE EVAN	0	0	0	0
GOUVERNORAT	0	77	>100	80
ECOLE N INSTITUTEUR	0	>100	>100	>100
STE	31	15	>100	>100
HOPITAL	10	33	>100	25
MARCHE DE BETAIL	0	0	0	0
OUADIDOUM	0	0	0	0
BOZONGA 2	0	0	0	0
TCHOULORI	0	0	0	0
ALI ALIFEI	0	0	0	0
GARSOLEH	0	0	0	0
BORNOTY	0	0	0	0
FEZANAIS	0	0	0	0
MOTO	0	0	0	0
DJOUGOU NORD	0	0	0	0

EGLISE CATH	0	0	0	0
Norme OMS/Tchad UFC/100ml	0 UFC/100ml	0 UFC/100ml	0 UFC/100ml	0 UFC/100ml

Les résultats des analyses bactériologiques montrent que:

Cinq (5) forages sur 20 détectent la présence d'Escherichia coli dans des concentrations allant 2 à 28 UFC/ml contre la norme nationale qui requiert 0 UFC. La présence d'E. coli dans l'eau indique une contamination récente par des matières fécales, et peut indiquer la présence possible des germes pathogènes responsables de maladies, comme des bactéries, des virus et des parasites [24]. Ce résultat est similaire à ceux obtenus par [25] dans la ville de Bol au lac-Tchad

Les coliformes totaux sont détectables dans sept (7) points d'eau prélevés et analysés sur les vingt, dans des proportions allant de 15 à 100UFC/ml contre un seuil normal de 0 UFC/ml. Comme l'Escherichia Coli, les coliformes totaux servent d'indicateurs pour mesurer le degré de pollution et la qualité de l'eau de puits et forage. La présence d'E. Coli et des coliformes totaux dans l'eau potable signifie que celle-ci a été contaminée par des matières fécales pouvant contenir des micro-organismes pathogènes, comme des bactéries, des virus ou des parasites. Les conséquences d'une exposition à ces microorganismes pathogènes présents dans l'eau peuvent varier. Les symptômes les plus courants sont la nausée, les vomissements et la diarrhée. Les enfants en bas âge, les personnes âgées, ainsi que les personnes dont le système immunitaire est affaibli, peuvent avoir des symptômes plus graves. Dans les cas extrêmes, certains pathogènes peuvent infecter les poumons, la peau, les yeux, le système nerveux, les reins, ou encore le foie, et les effets peuvent être plus graves, chroniques, voire mortels. Ce résultat est en lien avec les pathologies récurrentes enregistrées à l'hôpital provincial de la ville de Mao. Il est similaire à celui de [26] dans quatre communes défavorisées d'Abidjan. Il peut s'expliquer par l'absence d'un service d'assainissement adéquat souvent caractérisé des fosses septiques et rejets d'eau usée dans la nature sans traitement préalable, le lessivage de déjections animales, les eaux de ruissellement. Pendant et après des précipitations, des bactéries et d'autres micro-organismes dangereux peuvent pénétrer dans les ouvrages d'eau mal construits ou mal entretenus et accroître les risques de contamination.

Les Entérocoques fécaux et les Flores aérobies totales sont présents dans 7 forages (Bozonga1, Hydraulique, Lycée Alifa Zezerty, Hôpital de Mao, STE Gouvernorat, Ecole Normale d'Instituteur). Ces germes sont des indicateurs de la pollution ancienne. Leur présence dans l'eau indique que la contamination est due aux micro-organismes entéropathogènes qui sont les salmonelles responsables de la maladie de fièvre typhoïde. Les flores aérobies sont des germes globaux qui poussent en présence d'oxygène à une température comprise entre 25 et 30°C. La présence de ces bactéries serait due à l'infiltration de l'eau chargée de la matière organique pour atteindre la nappe. De plus il ressort du constat du terrain que certains forages réalisés dans la ville de Mao ne respectent pas la distanciation de minimum de 10 mètres avec les latrines. Tout cela aurait contribué à cette situation alarmante.

En définitive, la potabilité de l'eau de consommation de la ville de Mao est un défi à l'autorité communale. Elle est caractérisée par:

- Des paramètres physiques (température, potentiel d'hydrogène et la conductivité électrique) qui respectent la norme nationale d'eau de consommation;
- Des paramètres chimiques qui globalement sont acceptables sauf cinq forages qui présentent des concentrations anormales en fer total, en ammonium et en nitrate. Ces forages imposent un suivi d'exploitation voire un dispositif de traitement par filtration et aération avant toute consommation pour éviter des effets nocifs à long terme
- Des paramètres microbiologiques accablant pour 7 forages, ce qui représente 35% des points d'eau recensés et analysés. Dans ces ouvrages, on détecte la présence des germes d'Escherichia coli, des coliformes fécaux, des entérocoques fécaux et flores aérobies totales dans des concentrations variables. Or la directive nationale en matière de l'eau de consommation impose que la concentration maximale acceptable dans l'eau potable soit égale à aucun micro-organisme détectable par volume de 100ml. Cela signifie donc que pour se conformer à la directive en vigueur, la présence de coliformes totaux ou d'Escherichia coli, des entérocoques fécaux ou flores aérobies totales ne doit pas être détectée dans un volume de 100 ml d'eau potable.

4. CONCLUSION

L'objectif assigné à cette étude était de faire le point sur l'état de potabilité de l'eau de consommation distribuée dans la ville de Mao, province du Kanem au Tchad. Les résultats auxquels nous sommes parvenus montrent une contamination des eaux de consommation par des bactéries coliformes, entérocoques et flores aérobies totales détectée dans 35% des ouvrages prélevés et analysés dans la ville de Mao. 25% d'ouvrages présentent des concentrations anormales en nitrate, fer total et

ammonium. Une corrélation deux à deux de ces éléments chimiques ne montre aucun résultat significatif. Cela présage qu'ils proviennent probablement des activités humaines locales.

L'étude hydrodynamique a permis de déterminer le sens d'écoulement des eaux et de mettre en évidence deux dômes piézométriques au centre et des dépressions piézométriques aux alentours de la ville de Mao. Elle montre en général une faible piézométrie sur l'ensemble de la zone d'étude. L'étude de la corrélation entre le taux de mortalité ou de morbidité de la population de la ville de Mao et la concentration anormale des éléments chimiques ou bactériologiques constitue un résultat non atteint de l'étude. Notre souhait est de voir les prochaines études s'appesantir sur cet aspect. [25] Njitchoua et al. (1996) ont montré que naturellement, les eaux souterraines renferment de nitrate, de fer. Ceux-ci proviennent de la fixation de l'azote atmosphérique par certaines espèces végétales telles que légumineuses par des cyanobactéries ou de la dégradation la roche mer. Mais lorsque les concentrations dépassent les normes d'un pays, les investigations scientifiques sont les voies qui permettent de faire l'état des lieux et fournir des outils d'aide à la décision. Il est en définitive nécessaire d'informer, d'éduquer et de communiquer avec les décideurs locaux de la nécessité d'un service continu et sanitaire de la distribution d'eau potable à la population dans la ville de Mao, province du Kanem au Tchad.

REMERCIEMENTS

Mes vives reconnaissances et remerciements s'adressent à la coopération SUISSE au Tchad pour son soutien apporté au cours de la réalisation de cette étude. Nous remercions également le personnel du Laboratoire Nationale des Eaux section provinciale de Mao et le Délégué de l'hydraulique urbaine et rurale pour leurs collaborations.

REFERENCES

[1] Karambiri H, García Galiano S, Giraldo J, Yacouba H, Ibrahim B, Barbier B and Polcher J (2011). Assessing the impact of climate variability and climate change on runoff in West Africa: the case of Senegal and Nakambe River basins, Atmospheric ScienceLetters 12 (1), 109–115.
[2] WHO, (2008). chemical hazards in drinking-water, water sanitation and heald, drinking water quality.
[3] OMS, (2010), Rapport sur l'amélioration de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement dans le monde: coûts et avantages. 189p
[4] PAQUEROT S., 2005. Eau douce-la nécessaire refondation du droit international, presse de l'université de Québec (ISBN: 2-7605-1323-8).
[5] OMM AND UNESCO 1997. Y aura-t-il de l'eau sur la terre, OMM Nr857.ONU (1992). Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, *New York: Nations Unies*.
[6] Baron C., 2009. L'eau en Afrique: disponibilité et accès. Revue Futuribles N°359.
[7] JMP, (2015) le programme conjoint de suivi de l'OMS et de l'UNICEF.
[8] Dieng Y., Tandia A., Wane. A.T., Gaye O., DIOP E. S.; DIALLO S. (1999). Les parasitoses intestinales chez les habitants d'une zone periurbaine a nappe phreatique polluee par les nitrates d'origine fecale (Yeumbeul, Sénégal). Cahiers santé; 9: 351-356.
[9] Rouabhia A., Baali. F., Kherici N., DJarbi L. (2004). Vulnérabilité et risque de pollution des eaux souterraines de la nappe des sables miocènes de la plaine d'El Ma El Abiod (Algerie). Sécheresse; 15: 347-52.
[10] Degbey C., Makoutodé M., Agueh V., Dramaix M.; Debrouwer C. (2011). Facteurs associes a la qualite de l'eau de puits etprevalence des maladies hydriques dans la commune d'Abomey Calavi (Bénin). Cahiers d'études et de recherches francophones / Santé, 21: 47-55.
[11] Memotec n°11: L'élimination de l'ammonium dans l'eau potable, REVISION A DATE: 01/01/2006
[12] Cocco, P., G. Broccia, et al. (2003) Nitrate in community water supplies and incidence of non-Hodgkin's lymphoma in Sardinia, Italy. J Epidemiol Community Health. 57 (7): 510-1.
[13] Thouez J-P, Beauchamp Y, Simard A. (1981) Cancer and the physicochemical quality of drinking water in Quebec. Soc Sci Med.; 15D: 213-223.
[14] Gulis, G., M. Czompolyova, et al. (2002) An ecologic study of nitrate in municipal drinking water and cancer incidence in Trnava District, Slovakia. Environ Res. 88 (3): 182-7.
[15] Morales Suarez-Varela, M., Llopis Gonzalez, A., Tejerizo Perez, M. L. & Ferrandiz Ferragud, J. (1993). Concentration of nitrates in drinking water and its relationship with bladder cancer. J Environ Pathol Toxicol Oncol 12, 229-36.
[16] Sandor, J., Kiss, I. & Ember, I. (1998) Threshold for gastric cancer causing effect of nitrate in drinking water. Anticancer Res. 18, 4940.
[17] Girard, P. AND Hillaire-Marcel, C., 1996. Determining the source of nitrate pollution in Niger discontinuous aquifers using the natural 15N/14N ratios. Journal of Hydrology, 199,3-4, pp.239-251.

[18] Walvoord, M.A.Philips.F.M; stonestrom, D.A Evans, R.D., Hartsoungh, PC Newman, B.D., et Striegl, R.C., 2003. A reservoir of nitrate beneath desert soils sciencces 302, pp.1021-1024
[19] Stadler. et al. 2008, Undertanding the origin and fate of nitrate in groundwater of semi-aride enviroments. journal of Environments,72: 1830-1842
[20] Mehdaoui O., Venanta A., Fekhaoui M. (2000). Contamination par les pesticides organochlorés et les nitrates de la lagune de Moulay Bouselham, Maroc. Cahiers d'études et de recherches francophones / Santé; 10: 381-12
[21] Sebei A., CHaabani F., Souissi F., Saadi A. (2004). Hydrologie et qualité des eaux de la nappe de Grombalia (Tunisie nord-orientale).Sécheresse; 15: 159-66.
[22] Arumi J.L., Nunéz J., Salgado L., Claret M. (2006). Evaluación del riesgo de contaminación con nitrato de pozos de suministro de agua potable rural en Chile. Rev Panam Salud Publica, 20: 385-392. doi: 10.1590/S1020-49892006001100004.
[23] Mouni L., Merabet D., Arkoub H., Moussaceb K. (2009). Etude et caractérisation physico-chimique des eaux de l'oued Soummam (Algerie). Sécheresse; 20: 360-6. doi: 10.1684/sec.2009.0209
[24] Scott t.m, rose j.b, jenkins t.m, farrah s.r, lukasik j. (2002). microbial source tracking: current methodology and future directions. applied andenvironnemental microbiology, vol.6, p. 5796-803.
[25] MOGOBAYE.P, (2018), mémoire de master, Evaluation de la qualité physico-chimique de l'eau de consommation de la ville de Bol et ses environs, Université de Ndjaména,55P
[26] Yapo.O, MAMBO.V, SEKA. OHOU.M, (2010), Evaluation de la qualité des eaux de puits à usage domestique dans les quartiers defavorisés de qutre communes d'Abidjan en cote d'Ivoire, Int.J.Biol.Chem.Sci.,4 (2) 289-307
[27] Njitchoua R., Dever L., Fontes J.C. And Naah E., 1996. Geochemistry, origin and recharge mechanisms of groundwaters from the Garoua Sandstone aquifer, northern Cameroon. Journal of Hydrology, 190: 123 140.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 917-928
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Le marketing-mix de la grande distribution au Maroc à l'ère de la crise du Covid-19

[The retailers' marketing-mix during the era of the Covid-19 crisis in Morocco]

Kenza Hajraoui[1] and Abdelouhad Messaoudi[2]

[1]Doctorante en Laboratoire de Management et Développement, Faculté d'Economie et de Gestion Settat, Hassan First University of Settat, Morocco

[2]Enseignant chercheur, Faculté d'Économie et de Gestion Settat, Hassan First University of Settat, Morocco

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Due to the spread of the Covid-19 pandemic, retailers in Morocco have been obliged to adapt their practices to this unprecedented context. The sanitary measures including the population lockdown led the retailers to propose alternative solutions in order to save their business but also in order to respect the measures put in place by the government. In this context, they have quickly started to adapt both strategic and operational marketing by offering new distribution channels that would allow consumers to buy from them on the one hand while reducing the time spent in the store and on the other hand to glean new market shares from competitors. To do this, they have relied on digital technology in order to face the imperatives of the pandemic but also to seize the opportunities that the situation could offer.

KEYWORDS: Covid-19, retail, delivery, click & collect, phygital, marketing channels.

RESUME: Face à la propagation de la pandémie du Covid-19, les acteurs de la distribution au Maroc se sont trouvés dans l'obligation de s'adapter à un contexte jusque-là inédit. Le consommateur marocain, à l'instar de plusieurs autres populations mondiales, s'est retrouvé du jour au lendemain en situation de confinement et sous la menace d'un virus jusque là méconnu. Les activités quotidiennes anodines, comme faire ses courses, se trouvent soumises à une autorisation. Les priorités des consommateurs en termes de choix et de fréquentation de points de vente se trouvent complètement chamboulées. Dans ce contexte, les acteurs de la grande distribution au Maroc se sont trouvés dans l'obligation de s'armer de stratégies et d'outils marketing en vue de s'adapter à une situation aussi inédite qu'inattendue. L'objectif de cet article est donc de répondre à la question suivante: dans quelle mesure la crise sanitaire du Covid-19 a impacté la stratégie et le marketing mix des enseignes de la grande distribution au Maroc? Pour cela, nous avons effectué une enquête sur un échantillon de consommateurs de 70 personnes en vue d'analyser ces nouvelles pratiques mises en place par les distributeurs.

MOTS-CLEFS: Covid-19, livraison à domicile, Click & Collect, phygital, canaux de distribution, stratégie de canal de distribution.

1 INTRODUCTION

La distribution est considérée comme l'une des activités les plus mises sous les feux des projecteurs dès le début de la pandémie du Covid-19. Il s'agit, en effet d'une conjoncture exceptionnelle qui a fait émerger diverses attitudes et divers comportements. Nous avons pu assister aux images tant choquantes qu'inattendues des rayons vides pris d'assaut par les clients dès l'annonce du confinement dans plusieurs pays du monde. Des scènes de querelles pour un dernier pack de papier hygiénique, ou encore une frénésie quasi-hystérique des achats faisant croire à l'imminence d'une apocalypse d'une ère que l'on croyait révolue.

À l'apparition de la pandémie en fin 2019 en Chine, les discours étaient plutôt rassurants faisant allusion à une simple « grippe ». Toutefois, la propagation rapide du virus, le décompte quotidien du nombre de victimes et les discours contradictoires ont placé la population dans une situation d'incertitude où les simples habitudes de la vie sont devenues anxiogènes.

Cette situation à laquelle nul ne s'attendait a eu un impact sur la majorité des pays du monde, le Maroc y compris. L'annonce du premier cas de contamination le 2 Mars 2020 a été le début d'une suite d'événements tout aussi rapides que brusques. C'est ainsi que le 19 Mars 2020, le ministère de l'intérieur décrète l'état d'urgence sanitaire qui entre en vigueur dès le lendemain à 18 heures. La population marocaine se trouve, à l'instar de plusieurs autres populations mondiales, en situation de confinement. Ainsi, les activités quotidiennes les plus anodines comme aller au travail ou encore faire les courses sont soumises à une autorisation exceptionnelle délivrée par les autorités compétentes.

Face à cette situation, les mots d'ordre pour les entreprises se trouvent être « adaptation » et « innovation ». En effet, si d'un côté le consommateur a dû se familiariser avec une situation jusque-là inimaginable, les entreprises et notamment les acteurs de la distribution ont dû faire preuve d'une grande force d'adaptation et d'une recherche constante de moyens alternatifs en vue de subvenir aux besoins de la population tout en prenant en compte les contraintes de la conjoncture.

En effet, selon la Chambre Française de Commerce et d'Industrie du Maroc, « les acteurs de la grande distribution semblent avoir le vent en poupe »[1] et ce, malgré la résistance du circuit traditionnel qui reste prédominant grâce à sa capacité et au rôle social qu'il joue en termes de facilités de paiements accordées (carnet de crédit) et à la relation de confiance que ses acteurs instaurent avec les clients. Toutefois, la praticité, la flexibilité ainsi que l'hygiène et sécurité offerts par les grandes surfaces ne cessent de séduire une grande partie de la population. De plus, la proposition de nouveaux modes d'acheminement telle que la livraison à domicile ou encore l'accélération de la digitalisation ont permis d'offrir au consommateur des moyens d'achat alternatifs alliant sécurité et praticité.

L'objectif de cet article est de répondre à la problématique suivante: dans quelle mesure la crise sanitaire du Covid-19 a impacté la stratégie et le marketing mix des enseignes de la grande distribution au Maroc? Celle-ci a été décomposée en deux hypothèses auxquelles nous avons répondu à travers notre étude.

- H1: La pandémie aurait eu un impact sur le comportement d'achat du consommateur.
- H2: Le marketing mix des enseignes serait un levier d'adaptation aux changements du comportement du consommateur induits par la pandémie.

2 REVUE DE LITTÉRATURE

2.1 LE COMPORTEMENT DU CONSOMMATEUR EN TEMPS DE CRISE

Guthrie & Fosso Wamba (2020) estiment que la crise de la COVID-19 a eu un impact inéluctable sur les activités tertiaires dont fait partie la distribution. Seth (2020) dans le même raisonnement stipule que si la consommation est une activité qualifiée d'habituelle, elle pourrait également être contextuelle.

Dans ce sens, il considère qu'il existe quatre éléments qui peuvent être à l'origine d'un changement du comportement du consommateur. La première dimension est d'ordre sociale, la seconde relève de la révolution technologique, la troisième trouve son origine dans la réglementation tandis que la quatrième renvoie à la présence de catastrophes naturelles ou de crises.

En vue de mieux appréhender la notion de crise, Bolzinger (1982) la subdivise en quatre concepts clés à savoir: « la soudaineté » puisqu'elle survient sans prévenir, « l'incoercibilité » ou l'incapacité à réprimer l'événement, « l'incompréhensibilité » venant du fait que la crise reste considérée comme un évènement mystérieux et « la facticité » car même étant réelle, la crise reste un bouleversement vécu de façon détachée du cours de vie habituel de l'individu.

C'est pour cela que les différentes crises auxquelles l'humanité a dû faire face durant ces dernières années, a créé un changement dans les habitudes d'achat des consommateurs qui de surcroît sont de plus en plus informés et avertis. De plus, la notion de crise se trouve porteuse de trois éléments phares qui influencent la décision du consommateur: le danger, le risque et l'incertitude (Giraud-Héraud, Aguiar & Seabra Pinto, 2014). Ces différents éléments font que le consommateur se trouve

[1]Chambre Française de Commerce et d'Industrie du Maroc (2021) : « Le secteur de la distribution en pleine mutation ». D'après le site d'information : https://www.cfcim.org/magazine/78714 consulté le 27/03/2021 à 06h45.

dans l'incapacité de connaître toutes les éventualités futures (Knight, 1921). Par conséquent, il éprouve des difficultés à prendre des décisions du fait qu'il ignore ce qui pourrait arriver que cela soit dans un avenir proche ou lointain.

C'est ainsi que, face à cette situation de crise, le côté émotionnel du consommateur se trouve aussi important à appréhender. Le concept de « l'affect de crise » regroupe les différentes réactions affectives liées à la consommation en temps de crise: «surprise, colère, tristesse, peur, anxiété, mécontentement» (Guérin, 2008). Ces émotions peuvent expliquer en partie ou en totalité des comportements d'achat ou de consommation qui surviennent dans ces circonstances particulières.

De plus, Seth (2020) estime que toute consommation doit être analysée en fonction de deux variables: le temps et l'espace. Ces dernières ont été impactées par les réglementations et les décisions des autorités sanitaires ayant suivi l'éclatement de la pandémie. Dans un premier temps, les restrictions de déplacement ont rendu le choix du point de vente limité puisque le consommateur se trouve donc face à une restriction de la mobilité contrairement à son habitude où il était devant une abondance du choix de la mobilité. De même, les activités des personnes se sont trouvées concentrées au niveau de leur domicile faisant suite aux décisions de confinement.

Au regard de la littérature exposée, il est indéniable que la pandémie du Covid-19 a provoqué une crise sans précédent dont l'impact sur le comportement des consommateurs n'a pas tardé à se faire ressentir. Ceux-ci ont affiché des comportements de stockage qui s'écartent considérablement de leur comportement d'achat habituel. Les sentiments suscités par la crise ont mené à une augmentation de la valeur perçue des produits et l'incertitude liée à la pandémie a donné lieu à des achats de panique ayant engendré des ruptures de stock durant les premières semaines de la crise sanitaire.

2.2 Le Marketing Mix Des Enseignes En Temps De Crise: Vers Une Adoption Du Phygital

Au regard des définitions exposées, il est indéniable que la pandémie du Covid-19 a provoqué une crise sans précédent dont les conséquences n'ont pas tardé à se faire ressentir. Les premières mesures sanitaires prises pour contenir le virus ont conduit de nombreux pays à imposer le confinement des populations. Cette situation a bouleversé les habitudes de consommation et a permis aux outils numériques de connaître un essor considérable en vue de favoriser la distanciation et d'encourager les personnes à assurer leurs fonctions quotidiennes tout en restant à leur domicile (OCDE, 2021).

De plus, du fait de sa soudaineté, son incoercibilité et son incompréhensibilité, la crise du Covid-19 a dressé d'innombrables incertitudes ayant mené à une disruption au niveau des business model notamment en distribution et en logistique (Rapaccini *et al.*, 2021).

La crise, avec ses implications, peut entacher la réputation, le succès et la survie d'une organisation (Preda & Stan, 2016). En effet, de par sa nature même, qui consiste à acheminer les produits au consommateur final, l'activité de la distribution s'est retrouvée à l'épicentre de la crise sanitaire. Celle-ci a conduit les acteurs du secteur à apprendre et à s'adapter à l'évolution du marché mondial avec une rapidité et une habileté incroyables afin de poursuivre leur activité et de s'assurer que les clients continuent à avoir un accès ininterrompu aux biens et aux services qu'ils offrent (World Retail Congress, 2020). Face au manque de visibilité induit par la crise, les effets de la pandémie continueront probablement à se faire sentir sur plusieurs années, c'est pour cela que les enseignes de la distribution étaient dans l'obligation de mettre l'innovation à leur service en vue de survivre mais aussi en vue de saisir les opportunités et les défis qu'offre cette situation pas la moins inédite.

L'une des conséquences de la pandémie et pas des moindres a été la limitation des déplacements des personnes en dehors de leur domicile. Cette situation, combinée aux préoccupations sanitaires accrues des consommateurs comme nous les avons exposées au préalable, a été une augmentation immédiate de la demande de canaux de distribution alternatifs et plus précisément les canaux digitaux.

Les enseignes se sont retournées vers une adoption rapide et urgente du « phygital » à travers le développement des applications mobiles, le perfectionnement des sites web et l'augmentation de la visibilité sur les réseaux sociaux. Le phygital est un néologisme utilisé par les professionnels du marketing et qui « consiste à combiner les avantages d'une composante physique, issue des produits, des services, de la présence des salariés… aux bénéfices d'une composante digitale provenant de différents outils et applications: tablettes, cabines d'essayage connectées, bornes interactives… » (Belvaux & Notebaert, 2018 page: 4).

Ainsi, la frontière entre la présence physique du client au magasin et l'achat en ligne étant devenue floue. Les techniques communes de marketing et de merchandising pratiquées par les producteurs et les distributeurs ne sont plus les seuls moyens privilégiés pour attirer le consommateur et, partant, accroître ses parts de marché.

En cette période marquée par la restriction de déplacement imposée au consommateur, les enseignes de distribution utilisent de plus en plus des canaux qui s'adaptent à la nouvelle donne. Il s'agit en l'occurrence de la stratégie de distribution

"Cross-canal". Basée sur la complémentarité entre les différents canaux, cette stratégie met le client à l'aise tout en lui permettant d'utiliser de multiples canaux de communication pour réaliser son achat. Il peut ainsi effectuer ses achats ou modifier son panier en sélectionnant de nouveaux produits depuis son smartphone, sa tablette ou son ordinateur, bénéficier d'une prime sur achat ou une promotion par SMS, choisir la date, l'heure et le lieu de livraison. Ces différentes interactions favorisées par le Cross canal augmentent le capital confiance du client et, partant, sa fidélité.

D'autres enseignes optent pour la stratégie « omni-canal » qui unifie les canaux digitaux et les canaux physiques permettant d'éviter les frictions subies par le client découlant des autres canaux. Ces derniers offrent désormais une cohérence lui permettant d'affiner sa décision d'achat.

Le marketing mix du distributeur permet à l'enseigne d'établir une relation étroite et durable avec le client (Blut, Teller & Floh, 2018). En plus de répondre à la fonction primaire qu'est l'acheminement des biens et des services, le mix du détaillant permet à l'enseigne de s'adapter aux besoins du consommateur et ce, en fonction des impératifs de l'environnement. L'objectif étant de maintenir le trafic régulier du consommateur et d'optimiser les performances financières des enseignes sur le court et le long terme (Berman & Evans, 2010).

Ce mix marketing a fait l'objet de plusieurs recherches dans la littérature et ont été souvent dans la continuité des travaux de McCarthy (1964) avec les quatre variables traditionnelles: produit, prix, place et promotion. Azeem & Sharma (2015) stipulent que le marketing mix du distributeur devrait inclure les caractéristiques distinctives que le marketing mix traditionnel n'aborde pas. Étant une activité de services, nous retiendrons en plus des trois variables du mix classique trois autres variables que sont: le processus, les personnes et la preuve physique formant ainsi les 7Ps de Booms & Bitner (1981).

- **Le produit**

Comme l'a stipulé Kepner dans les années 50, l'activité principale du distributeur est de fournir au consommateur « le bon produit", au « bon moment ». Pantanoa et al. (2020) expliquent que la pandémie a eu des répercussions sur le comportement du consommateur. Ces changements d'habitudes s'illustrent d'un côté à travers la fréquence d'achat et d'un autre côté à travers la demande de produits spécifiques.

- **Le prix**

Le prix représente la valeur du produit exprimée en unités monétaires. La crise a eu un effet incontestable sur les chaînes d'approvisionnement au niveau mondial ayant engendré une augmentation du prix au niveau de certains produits. Toutefois, face à l'incertitude de la crise, certains consommateurs se trouvent prêts à accepter des augmentations de prix allant jusqu'à 300 % pour certains produits d'urgence tels que les masques ou les désinfectants (Pantanoa *et al.*, 2020).

- **La « place »**

Cette variable du marketing mix consiste à garantir la disponibilité du produit au niveau du point de vente. Durant la crise, les distributeurs ont dû faire face à des problèmes au niveau de la chaîne logistique et ont souvent été dans l'obligation de chercher de nouvelles sources d'approvisionnement en vue d'assurer la disponibilité de l'assortiment et d'éviter les ruptures de stocks engendrées par les comportements de sur-stockage (Opute *et al*., 2020).

- **La « promotion »**

La communication est la variable du marketing-mix qui s'intéresse à la transmission des messages aux divers publics de l'entreprise. La pandémie a exigé des opérateurs de la distribution de communiquer des informations pertinentes et pratiques à leur public en temps réel (World Retail Congress, 2020). Ils se trouvent ainsi dans l'obligation de partager des informations sur leurs offres et sur les consignes de santé et de sécurité en magasin en vue d'assurer aussi bien la protection des clients que celle des collaborateurs.

- **Le « processus »**

Le processus désigne le parcours client. Il s'agit des étapes par lesquelles passe le client depuis la découverte de l'offre de l'enseigne jusqu'à l'acte d'achat. Il s'agit de l'une des variables les plus touchées par la crise du Covid-19. Les restrictions sanitaires mises en place par les gouvernements ont rendu le déplacement au magasin difficile et soumis à la contrainte de la disposition d'une autorisation exceptionnelle. C'est ainsi que de nombreux consommateurs ont vite fini par s'abattre sur le

digital en vue de réaliser leurs achats. Cette expérience leur a permis de découvrir la sécurité et les avantages des livraisons à domicile, du Drive ou encore du paiement sans contact vivement encouragé durant cette période (Pantanoa et al., 2020). Les acteurs du secteur de la distribution doivent donc se préparer à ce que ces habitudes persistent même après la crise puisque Opute et al., (2020) stipulent que ces comportements sont susceptibles de perdurer même après la fin de la crise sanitaire.

- **Le personnel**

Cette variable s'intéresse aux diverses interactions qui existent entre le personnel et les consommateurs. Pantano et al. (2020) expliquent que la crise a entraîné un changement majeur dans le comportement des consommateurs et le rôle du personnel a été très décisif dans la gestion des flux des clients et des files d'attente.

Ils assurent la réception des marchandises, la mise en rayon et veillent à ce que les consommateurs respectent les mesures sanitaires (Messaoudi, 2021).

- **La preuve physique**

Étant intangible, la preuve physique permet aux clients des services de façon générale et de la distribution de façon particulière de présenter des éléments susceptibles de convaincre le client. On peut la définir comme étant « les éléments tangibles, contrôlables par le prestataire, de l'espace de servuction visible aux clients » (Gabriel et al., 2014). Il s'agit de l'environnement dans lequel le consommateur effectue son achat.

Les réglementations et les restrictions sanitaires induites par la pandémie ont obligé les détaillants à investir davantage dans les infrastructures et autres services visant à garantir la santé et la sécurité des clients dans les magasins.

3 MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

En vue de répondre à notre problématique et vérifier les hypothèses sus-présentées, nous avons réalisé une enquêté par questionnaire pour laquelle nous avons reçu 86 réponses dont, après filtrage, nous avons retenu 77. Compte tenu de nos moyens ainsi que des contraintes, l'étude a été menée sur un échantillon de convenance. Nous avons opté pour une administration du questionnaire par internet et en face à face. Les répondants ont été approchés principalement à travers les réseaux sociaux Facebook, LinkedIn…, ce qui pourrait expliquer certains biais dont notamment la présence de plusieurs répondants provenant d'une même région. Afin de pouvoir toucher diverses catégories, nous avons également administré une version arabe du questionnaire. En vue de traiter les résultats, nous avons fait appel au logiciel Microsoft Excel pour la partie descriptive. Nous avons également utilisé la macro XLstat pour effectuer quelques tests statistiques. Ayant des variables à prédominance qualitative, nous avons utilisé le test de Khi-deux (Khi^2) afin d'évaluer la dépendance des variables.

4 RÉSULTATS ET DISCUSSION

4.1 L'IMPACT DE LA PANDÉMIE SUR LE COMPORTEMENT D'ACHAT DU CONSOMMATEUR

L'annonce du confinement a engendré divers sentiments chez le consommateur. Entre la peur, la colère et l'incertitude, le ressenti des consommateurs était mitigé et rappelle à plusieurs égards ce que Guérin (2008) appelle « l'affect de crise ». La peur reste le sentiment le plus prédominant déclaré être ressenti par près de 54% de nos interrogés à l'annonce du confinement.

Ces sentiments entremêlant peur, incertitude et surprise n'ont pas tardé à se répercuter sur le comportement d'achat puisque 86% des personnes interrogées affirment que la pandémie a effectivement bouleversé leur comportement d'achat. Ce bouleversement s'illustre à travers le graphique 1 qui décrit certains facteurs liés au choix des points de vente auxquels les consommateurs déclarent accorder plus d'importance après le début de la crise.

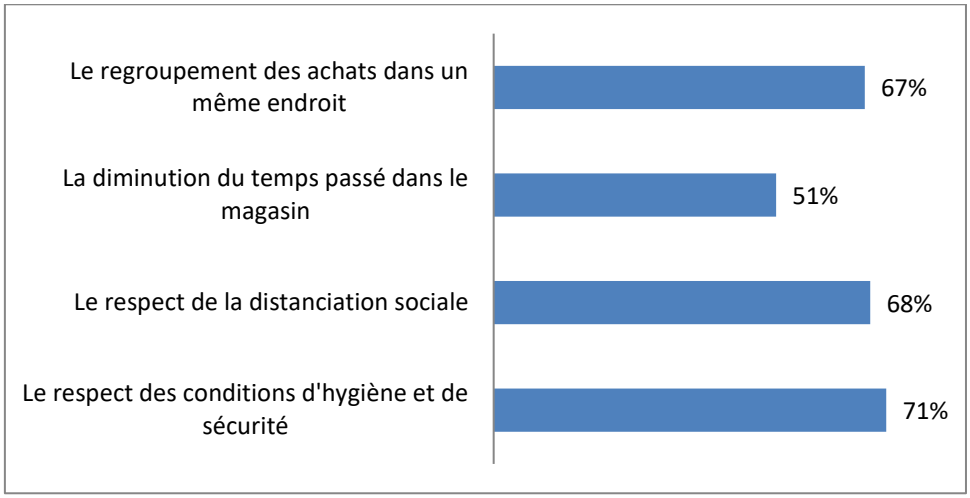


Fig. 1. Les facteurs liés au choix du point de vente suite à la pandémie

Source: Nos résultats sur la base de notre étude

Ainsi, les consommateurs paraissent de plus en plus soucieux quant aux conditions dans lesquelles ils opèrent leurs achats. Leur principale préoccupation réside dans le fait d'effectuer leurs achats tout en amenuisant leur risque de contamination. C'est pour cela que 71% mettent l'accent sur le respect des conditions d'hygiène et de sécurité, suivi par le respect de la distanciation sociale comme le stipulent 68% des interrogés. Par conséquent, plusieurs consommateurs se sont rabattus sur les canaux digitaux comme cela a été le cas dans plusieurs pays où les distributeurs ont dû créer des files d'attente ou des services annexes en ligne. Le Maroc n'est pas en laisse puisqu'en plus de vouloir faire des achats groupés comme déclaré par 67% des personnes interrogées, 51% préfèrent diminuer le temps passé au niveau du magasin en vue d'amenuiser le risque de contamination. Comme l'illustre la figure 2 nous pouvons dépeindre le portrait d'un consommateur avec de nouvelles priorités.

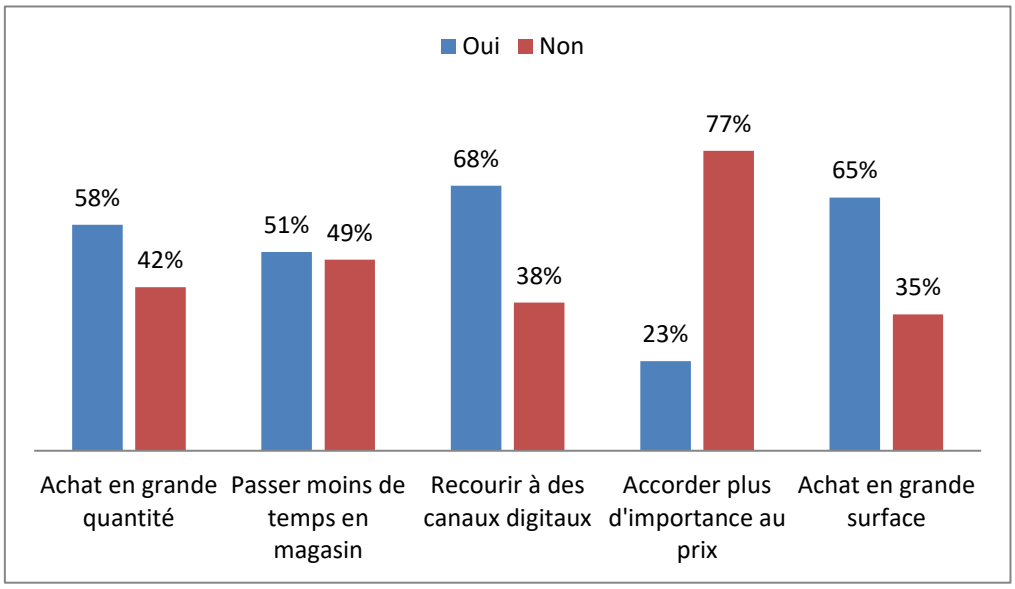


Fig. 2. Les changements induits par le confinement

Source: Nos résultats sur la base de notre étude

Si le prix a toujours été un facteur déterminant au niveau de l'acte d'achat, ceci n'a pas toujours été le cas en période de crise. Seuls 23% des personnes interrogées déclarent accorder une attention particulière au prix. Le consommateur dans ces circonstances inédites cherche à réaliser son acte d'achat dans des conditions qui garantissent sa sécurité face à un danger

imminent. Aussi, il préfère des magasins où il peut effectuer des achats groupés dans le but de restreindre les magasins fréquentés d'où l'engouement pour les grandes surfaces. Quant au temps passé dans le magasin, il tente de le revoir à la baisse c'est pour cela qu'il n'a pas hésité à recourir à des canaux ou à des services digitaux mis à sa disposition par les diverses enseignes de la distribution. En effet, 68% des interrogés déclarent avoir essayé au moins une fois un canal digital en période de confinement en vue de réaliser leurs achats.

Dans ce sens, nous avons effectué un test de khi-deux, qui, avec une p-value de 0,0391 pour un ddl=1 et un seuil de confiance de 5%, nous permet d'affirmer que les sentiments engendrés par l'annonce du confinement expliquent le recours des consommateurs aux canaux digitaux mis en place à les enseignes de la grande distribution suite à la crise sanitaire.

Au regard de ce qui a été exposé, nous pouvons accepter notre première hypothèse (H1) et affirmer que **la pandémie a eu un impact sur le comportement d'achat du consommateur.**

4.2 Le Marketing Mix Des Enseignes: Un Levier D'adaptation Aux Changements Du Comportement Du Consommateur Induits Par La Pandémie

Les enseignes de la grande distribution au Maroc ne sont pas restées indifférents aux préférences des consommateurs et se sont adaptées en conséquence. Cette adaptation a concerné tout leur marketing tant au niveau stratégique qu'au niveau opérationnel.

Les enseignes de la grande distribution se sont adaptées en conséquence. Marjane s'est vu dans la contrainte d'accélérer sa digitalisation en proposant à ses clients de passer les commandes en ligne ou à travers l'application en plus d'un service de livraison à domicile. Pour garantir sa qualité de service, Marjane a signé un partenariat avec le spécialiste de la livraison Glovo.

Aswak Assalam a pu promouvoir son premier magasin avec le concept Drive. Il s'agit du magasin *AS from Aswak* situé à Casablanca*,* entièrement digitalisé qui permettrait aux clients d'effectuer leurs achats à travers le site web ou l'application mobile puis d'aller les récupérer directement en magasin sans avoir à sortir de leur véhicule. Dans la même optique de la promotion de la distanciation, l'enseigne a lance son service « Aswak Delivery » qui permettrait au client de passer sa commande via le site ou l'application et de se faire livrer chez lui sans qu'il ait à se déplacer.

À l'instar des autres opérateurs du secteur, Carrefour a dû également répondre à la demande de ses clients en se liant au spécialiste de la livraison Jumia Food. Ce dernier permet d'assurer le processus amont et aval puisque les clients peuvent passer la commande à travers l'application Jumia Food qui assure en même temps le service de livraison.

Le « phygital » se trouve de plus en plus présent dans la stratégie des enseignes de la grande chose qui a fini par se répercuter, ipso facto, sur le marketing mix qui en découle.

- **Le produit**

La crise du Covid-19 a eu une répercussion sur le comportement d'achat de certains produits. Des produits dont la consommation a été limitée ou inexistante a augmenté comme les masques de protection ou les antiseptiques. D'autres produits « sensibles » comprenant pâtes, riz, sucre, papier toilettes… ont enregistré quant à eux une hausse de la demande à hauteur de 174% (Messaoudi, 2021).

De plus, en période de confinement, les consommateurs ont eu tendance à diminuer leur fréquence d'achat comme stipulé par 42% des interrogés qui préfèrent faire leurs achats une fois par mois après la survenance de la crise contre 23% en temps normal. Ceci s'est répercuté sur les quantités achetées puisqu'elles sont devenues plus importantes amenant les enseignes de la grande distribution à adapter les quantités offertes.

D'un autre côté, 83% des interrogés déclarent privilégier la qualité des produits qu'ils achètent en vue de renforcer leur système immunitaire ou encore d'augmenter les quantités achetées en produits de nettoyage et d'hygiène, d'antiseptiques et de masques en vue de répondre aux impératifs de la pandémie.

Dans ce sens, les enseignes ont fait preuve de réactivité puisque dès le début de la crise sanitaire, elles ont élargi leur assortiment en proposant des masques, des antiseptiques, des gels hydro-alcooliques… variés et en quantités suffisantes en vue de répondre aux besoins de leur clientèle.

Pour cela, elles ont adapté leur chaîne logistique pour assurer un approvisionnement permanent des magasins. Elles ont également adapté leur assortiment pour faire face aux nouveaux produits demandés par les consommateurs. Dans ce sens, plus de 83% des interrogés se disent être satisfaits de l'assortiment des grandes surfaces qu'ils fréquentent et dénotent

l'absence de flagrantes ruptures de stock, celles-ci n'ayant concerné que quelques produits anodins et sur des périodes limitées.

- **Le prix**

Côté prix, les résultats de notre étude ont révélé que 53% des personnes interrogées ont senti une hausse des prix durant les premières semaines après le début de la pandémie. Celle-ci trouve sa source non dans la pénurie de l'offre mais dans du fait de la loi de l'offre et de la demande induite par les comportements de sur-stockage qu'ont connues les toutes premières semaines de la crise sanitaire. C'est dans ce sens que 75% de nos interrogés estiment que les prix sont revenus à la norme les semaines suivantes et 52% trouvent que l'augmentation de prix de certains produits n'est pas systématiquement liée à la pandémie.

En effet, les prix des grandes et moyennes surfaces ont constitué une base en matière de fixation des prix et y sont restés quasiment inchangés dans un moment où dans le circuit traditionnel, le prix de certains produits n'a pas tardé à connaître des augmentations sur les produits les plus demandés (Messaoudi, 2021).

- **La « place »**

Les enseignes de la grande distribution ont dès les premiers jours tenté d'adapter leurs magasins et d'assurer l'approvisionnement de leurs rayons de façon récurrente.

C'est dans ce sens que 82% des interrogés se déclarent satisfaits des quantités offertes par les enseignes qu'ils fréquentent. En effet, depuis le début de la crise, les autorités compétentes n'ont cessé de rassurer les consommateurs sur la disponibilité des produits, chose qui s'est également ressentie au niveau des magasins puisque les besoins des consommateurs ont été couverts notamment en produits locaux tout au long de la période de la crise sanitaire. Une situation, que nos interrogés confirment quasiment à l'unanimité soit par 98%.

- **La « promotion »**

Traitant de la communication, les mesures sanitaires ont imposé aux enseignes de trouver des canaux alternatifs aux supports papiers qui se trouvent être incompatibles avec la crise (Messaoudi, 2021).

Au niveau du magasin, la signalétique rappelant les règles de distanciation a été très vite adoptée. D'un autre côté, l'opérationnalisation des canaux digitaux a été accélérée en vue d'encourager les consommateurs à respecter les règles du confinement. Les réseaux sociaux ont été saisis pour communiquer sur les nouveaux canaux offerts par les enseignes, sur les horaires et les consignes de sécurité. Divers hashtags ont été également partagés au niveau des pages officielles sur les réseaux sociaux par exemple #Marjanetoujourssàvoscôtés ou encore #tousensemble dans une optique de proximité et de solidarité en cette période si particulière.

C'est dans ce sens que les résultats de notre étude révèlent que 76% des interrogés sont plutôt satisfaits de la signalétique au niveau des magasins et 52% affirment avoir eu recours aux réseaux sociaux pour se renseigner sur les enseignes, leurs horaires et leurs offres. Quant aux applications mobile, 48% des interrogés affirment disposer de l'application d'au moins l'une des enseignes de la grande distribution et 65% d'entre eux l'utilisent pour s'informer sur les services et les offres.

- **Le « processus »**

Du côté du parcours client, les enseignes de la grande distribution se sont rabattues pour la plupart sur le digital en vue d'accompagner les changements des habitudes de consommation. En effet, 67% des interrogés déclarent avoir eu recours au moins une fois aux canaux digitaux proposés par les enseignes de la grande distribution dès les premières semaines du confinement. Les principaux services proposés par les enseignes locales sont principalement la livraison à domicile après commande sur le site web ou l'application mobile de l'enseigne ou de son partenaire et le drive proposé par le magasin AS from Aswak. Il faut noter que ces services étaient déjà usuels dans d'autres domaines du commerce de détail outre la grande distribution. Dans le but d'évaluer l'impact des restrictions sur l'engouement pour ce type de pratiques, nous avons demandé à nos interrogés leur recours à ces canaux avant et après le confinement comme illustré par la figure 3.

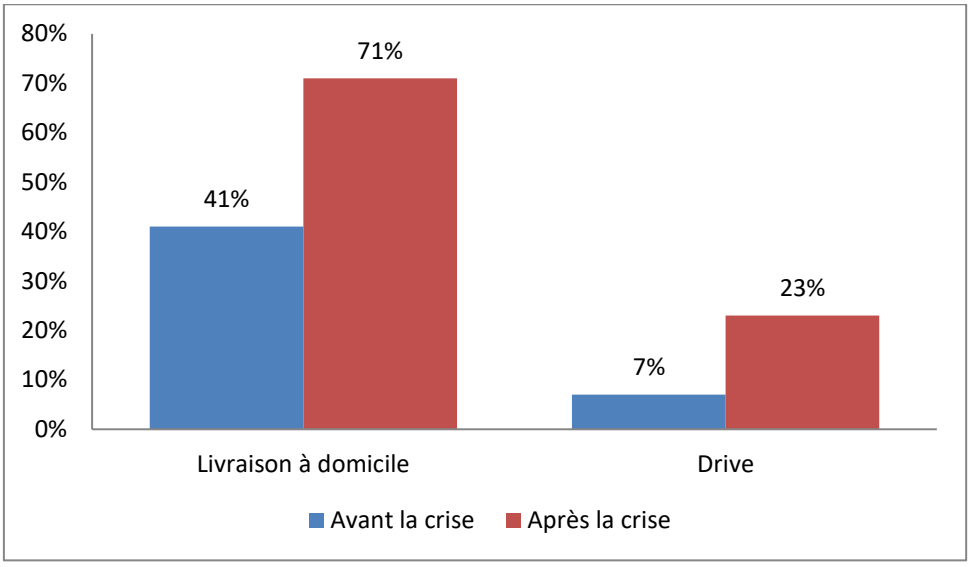


Fig. 3. Le recours aux nouveaux canaux proposés par les distributeurs avant et après la crise sanitaire

Source: Nos résultats sur la base de notre étude

Il est indéniable que la livraison à domicile se trouve à la tête du podium. Ce service était déjà une pratique qui commençait à être ancrée dans les habitudes d'achat puisque 41% des personnes interrogées affirment y avoir eu recours avant le confinement. Mais celle-ci a encore fait de nouveaux adeptes notamment après l'opérationnalisation de ces services au niveau de la grande distribution et les partenariats qui ont été mis en place avec les deux géants de la livraison Jumia-food et Glovo. Pour ce qui est du drive, celui-ci constitue une pratique assez nouvelle comparé à la livraison à domicile mais qui n'a pas tardé à avoir des adeptes puisque nous comptons 23% des utilisateurs après la crise sanitaire contre 7% en temps normal.

Les applications mobiles mises à la disposition des utilisateurs ont également permis d'optimiser le parcours client. C'est pour cela que 72% des interrogés déclarent disposer de l'application mobile d'au moins une des enseignes étudiées. Celles-ci ont été utilisées à diverses fins allant d'une simple consultation des offres en cours jusqu'à la réalisation de l'acte d'achat.

L'intégration de ces outils dans le cadre d'une stratégie cross-canal ou encore omni-canal a permis aux consommateurs de découvrir divers aspects positifs illustrés au niveau de la figure 4.

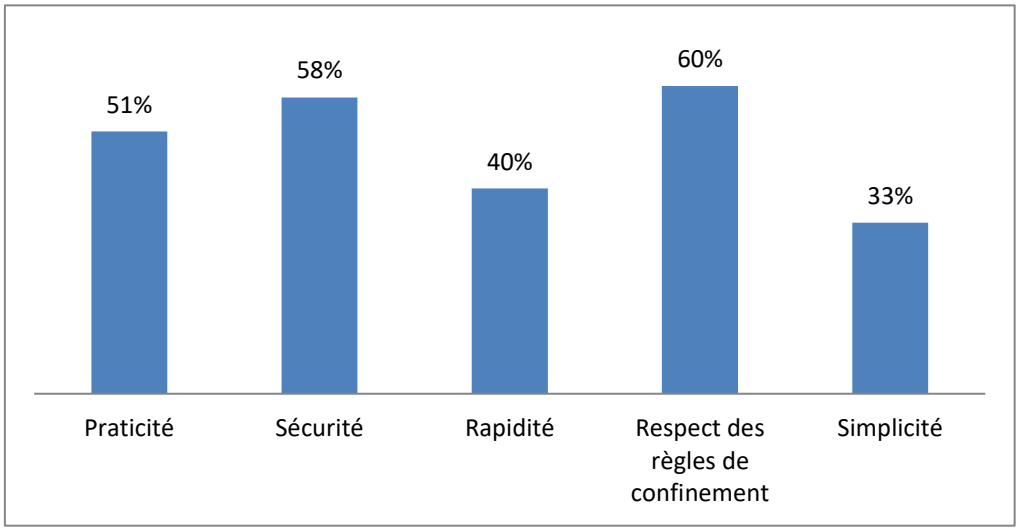


Fig. 4. Les raisons derrière l'adoption de ces nouvelles pratiques de la distribution

Source: Nos résultats sur la base de notre étude

Si la raison principale qui a poussé les consommateurs à adopter ces nouveaux canaux est le respect des règles de confinement, d'autres avantages ont également émergés dont principalement la praticité et la sécurité et accessoirement la rapidité.

C'est donc sans surprise que 65,2% des personnes interrogées se disent être prêtes à continuer à adopter ces nouvelles habitudes même après la fin de la crise sanitaire compte tenu de tous les avantages offerts. De plus, 80,6% des personnes qui n'ont pas eu recours à ces services pour leur indisponibilité dans leurs villes se déclarent être prêtes à les adopter s'ils sont mis à leur disposition. Nos résultats vont dans le même sens que le postulat d'Opute *et al.*, (2020) qui stipulent que ces comportements sont susceptibles de perdurer même après la fin de la crise sanitaire.

- **Le « personnel »**

Depuis le début de la crise sanitaire, le personnel des grandes surfaces se sont retrouvés aux premiers rangs pour assurer aux consommateurs la continuité de leurs approvisionnements. Ils ont été les premiers à se voir imposer les mesures sanitaires et les règles de distanciation qu'ils ont dû adopter rapidement. Les résultats de notre étude confirment cela et révèlent que 53% des personnes interrogées estiment que le personnel des enseignes de la grande distribution a rapidement adopté les mesures sanitaires en vigueur notamment durant les premières semaines qui ont suivi le début de la pandémie.

En plus de leur quotidien bien rempli, le personnel devait aussi de garantir le respect des mesures sanitaires et de rappeler les consommateurs à l'ordre en cas d'oubli de port du masque ou de non respect des mesures de distanciation (Messaoudi, 2021). Les horaires de travail ont été revus et un système de groupe a été mis en place. Toutefois, cette situation a provoqué un manque de personnel auquel les enseignes ont dû pallier en faisant appel à des stagiaires et à du personnel supplémentaire. C'est pour cela que 52% des interrogés estiment que les services offerts par le personnel sont devenus beaucoup plus lents et les queues parfois interminables, chose qui a mené dans certains cas à l'éclatement de conflits et de tensions entre personnel et clients.

- **La preuve physique**

Les opérateurs de la grande distribution ont dès les premières semaines de la crise sanitaire mis en place une infrastructure conforme aux réglementations en vigueur. Il s'agit en l'occurrence de l'installation des vitres en plexiglas, désinfection des caddies, mise à la disposition des clients du gel hydro-alcoolique et des mouchoirs jetables, protection des produits présentés en vrac…

Certaines enseignes ont même obtenu des certificats comme le cas de Carrefour qui a pu décrocher le label Afnor en « vérification des mesures sanitaires Covid-19 ». Celle-ci «s'appuie sur un référentiel établi à partir des meilleures pratiques disponibles en matière de prévention du risque de propagation du virus »2.

D'autres ont misé sur le digital pour minimiser le temps passé dans le magasin comme le cas d'Aswak Assalam avec son concept Drive.

Les résultats de notre étude révèlent que 65% des interrogés se disent être rassurés par les infrastructures sanitaires mises en place par les enseignes de la grande distribution en vue de permettre aux clients de faire leurs achats en toute sécurité et 52% considèrent les grandes surfaces comme le canal d'approvisionnement le plus sûr en période de pandémie comparées aux autres canaux notamment ceux du circuit traditionnel.

À la lumière de ce qui a été exposé, nous pouvons affirmer que les enseignes de la grande distribution ont adapté leur marketing-mix en vue d'être en mesure d'accompagner les changements des habitudes des consommateurs. Nous acceptons ainsi notre deuxième hypothèse (H2).

[2] AFNOR (Agence Française de la Normalisation) https://certification.afnor.org/gestion-des-risques-sst/verification-mesures-sanitaires-covid19 consultée le 20/11/2021 à 16h35.

5 CONCLUSION

La pandémie du Covid-19 a obligé les acteurs de la distribution à revoir leurs pratiques et à proposer de nouveaux services à leurs clients. Ainsi, les différents opérateurs du secteur ont dû s'adapter aux préférences et au comportement du consommateur qui, dans ce contexte d'incertitude et de peur, a de plus en plus recours à des modes d'achat à distance. L'étude révèle également que plusieurs changements peuvent s'avérer durables et permanents et seraient adoptés même après la fin de la crise sanitaire d'où une adaptation durable et innovante de leur marketing mix.

Néanmoins, ces nouvelles pratiques ne pourraient pas remplacer complètement l'achat en magasin physique. En effet, 78,9% des personnes qui refusent de recourir à ces nouveaux canaux déclarent avoir besoin d'un contact direct et physique avec les produits qu'ils achètent. Aujourd'hui, le véritable défi des opérateurs de la distribution est de développer leurs services, de pouvoir créer une synergie "crosscanal"/"omnicanal" et d'être en mesure d'accompagner les changements du comportement du consommateur induit par la crise sanitaire.

Il est aujourd'hui indéniable que l'entreprise post-Covid doit prendre conscience de l'importance de la recherche et développement. Pour le cas des enseignes de la distribution au Maroc, certaines étaient déjà sur la voie du phygital avant la crise, tandis que d'autres étaient prises de court et étaient obligées de mettre en place de nouvelles pratiques à la hâte. La pandémie a démontré que si l'innovation en temps normal est un véritable catalyseur du développement de l'entreprise, celle-ci se trouve un moyen de survie en temps de crise.

REFERENCES

[1] Guthrie, C., & Fosso Wamba, S. (2020). La stratégie digitale face au Covid-19 - L'impact de la pandémie sur la transformation digitale du secteur tertiaire. Management et Datascience, 4 (6). https://management-datascience.org/articles/14345/.

[2] Sheth, J. (2020). Impact of Covid-19 on consumer behavior: Will the old habits return or die? Journal of Business Research, 117, 280-283.

[3] Bolzinger, A., (1982): «Le concept clinique de crise», Bulletin de Psychologie, Tome XXXV, n° 355, p. 475-480.

[4] Giraud-Héraud E., Aguiar Fontes M. et Seabra Pinto A. (2014), «Crise sanitaire de l'alimentation et analyses comportementales", École Polytechnique, Centre National de la Recherche Scientifique, Département d'Économie, Cahier n° 2014-03.

[5] Knight F., (1921). Risk, «Uncertainty and Profit», New York, Houghton Miffin.

[6] Guérin M., (2008) « L'affect de crise: une nouvelle variable explicative des changements de comportement d'achat/consommation en situation de crise alimentaire », 24ème Congrès de l'Association Française du Marketing, Paris, 15-16 mai.

[7] OCDE (2021), La transformation numérique à l'heure du COVID-19: Renforcer la résilience et combler les fractures, Supplément à l'édition 2020 des Perspectives de l'économie numérique, OCDE, Paris www.oecd.org/digital/digital-economyoutlook-covid.pdf.

[8] Rapaccini M, Saccani N, Kowalkowski C, Paiola M, Adrodegari F (2020) Navigating disruptive crises through service-led growth: The impact of COVID-19 on Italian manufacturing firms. Industr Market Manag 88: 225–237. https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2020.05.017.

[9] Preda, M., & Stan, O. (2016). Leadership Styles During Crisis: 'We're All In This Together... The Crisis As New Normality'. Transylvanian Review Of Administrative Sciences, 12 (SI), 55-74. Retrieved from https://rtsa.ro/tras/index.php/tras/article/view/504.

[10] World Retail Congress. (2020). Retailing in a time of crisis. https://www.worldretailcongress.com/congess-content/issue-two-the-retail-world-2020-retailing-in-a-time-of-crisis.

[11] Belvaux, B., Notebaert, J. (2018). Crosscanal et omnicanal. Paris: Dunod.

[12] Blut, M., Teller, C., & Floh, A. (2018). Testing Retail Marketing-Mix Effects on Patronage: A Meta-Analysis. Journal of Retailing, 94 (2), 113-135. https://doi.org/10.1016/j.jretai.2018.03.001.

[13] Berman, B., & Evans, J. R. (2010). Retail Management: A Strategic Approach, Elevent Edition.

[14] McCarthy EJ, (1964). Basic Marketing, Richard D. Irwin, Homewood, IL.

[15] Azeem, S. & Sharma, R. R. K. (2015). Elements of the retail marketing mix: a study of different retail formats in India, The Business and Management Review, 5 (4).

[16] Booms, B. and Bitner, M., 1981. Marketing Strategies and Organizational Structures for Service Firms Marketing of Services. Chicago: American Marketing Association, pp.47-51.

[17] Pantanoa, E., Pizzib, G., Scarpib, D., & Dennis, C. (2020). Competing during a pandemic? Retailers' ups and downs during the COVID-19 outbreak. Journal of Business Research 116, 209–213.

[18] Opute, A. P., Iwu, C. G., Adeola, O., Mugobo, V. V., Okeke-Uzodike, O. E., Fagbola, O., & Jaiyeoba, O. (2020). The COVID-19-pandemic and implications for businesses: innovative retail marketing viewpoint. The Retail and Marketing Review, 16 (3), 85-100.

[19] Messaoudi, A. (2021). La grande distribution: levier de gestion de la pandémie COVID 19.. Revue d'Etudes en Management et Finance d'Organisation, 6 (2).
Téléchargé le de https://revues.imist.ma/index.php/REMFO/article/view/25408/14645.

[20] Gabriel, P., Divard, R., Le Gall-Ely, M. & Prim-Allaz, I. (2014). Chapitre 8. Les « 3 P » supplémentaires du marketing mix étendu. Dans:, P. Gabriel, R. Divard, M. Le Gall-Ely & I. Prim-Allaz (Dir), Marketing des services (pp. 165-185). Paris: Dunod.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 929-934
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Les accidents domestiques chez l'enfant à l'ére de COVID-19

[Children domestic accidents during the era of the COVID-19]

Ilham Tadmori, Mounia Idrissi, and Moustapha Hida

Service de pédiatrie et des urgences pédiatriques, Hôpital Mère - Enfant, CHU Hassan II, Fès, Morocco

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The objective of this work is the epidemiological, clinical and evolutionary aspects of the cases of domestic accidents recorded during the Covid-19 pandemic, and to evaluate the repercussions on their profile in terms of frequency, type and gravity. This is a descriptive and comparative study of cases of domestic accidents, admitted and managed in the pediatric emergency services of the Hassan II University Hospital of Fez, during the two periods before and during the Covid-19 pandemic, from July to December of the year 2020 and over the same period of the previous year 2019. There was an increase of 63.41% in domestic accident cases during the Covid-19 period. The average age of patients was high during the pandemic period (4.11 years vs 2.5 years) with a male predominance in the same periods. The analysis of the types of domestic accidents was marked by an increase in tracheobronchial foreign body inhalations in the Covid-19 era, from 7.31% to 16.41%, and intoxications, which rose from 2.40% to 25.37%. The symptomatology was dominated by digestive signs present in 42.53% followed by respiratory signs in 31.91% and neurological signs in 25.75% of cases. The evolution was, in general, favourable and remained similar in both periods, except for the death that occurred in one case in 2020 against none in 2019. The pandemic has changed the profile of domestic accidents in children and has had serious consequences for children's lifestyles.

KEYWORDS: Domestic accidents, child, pandemic, COVID-19.

RESUME: L'objectif de ce travail est les aspects épidémiologiques, cliniques et évolutifs des cas d'accidents domestiques recensés au cours de la pandémie Covid-19, et d'en évaluer les répercussions sur leur profil en terme de fréquence, de type et de gravité. Il s'agit d'une étude descriptive et comparative des cas d'accidents domestiques, admis et pris en charge aux services des urgences pédiatriques de l'hôpital universitaire Hassan II de Fès, pendant les deux périodes avant et au cours de la pandémie COVID-19, allant du Juillet au Décembre de l'année 2020 et sur la même période de l'année précédente 2019. On a enregistré une augmentation de 63,41% cas d'accidents domestiques pendant la période Covid-19. L'âge moyen des patients était élevé en période de pandémie (4,11ans vs 2,5ans) avec une prédominance masculine dans les mêmes périodes. L'analyse des types d'accidents domestiques a été marquée par l'augmentation des inhalations des corps étrangers trachéo-bronchique à l'ère de Covid-19, passant de 7,31% à 16,41%, et des intoxications qui ont passé de 2,40% à 25,37%. La symptomatologie était dominée par des signes digestifs présents dans 42,53% suivis par des signes respiratoires dans 31,91% et des signes neurologiques dans 25,75% des cas. L'évolution a été, en général, favorable et resté similaire dans les deux périodes, à part le décès survenu dans un cas en 2020 contre aucun en 2019. La pandémie a modifié le profil des accidents domestiques chez les enfants et a eu de graves conséquences sur le mode de vie des enfants.

MOTS-CLEFS: Accidents domestiques; enfant; pandémie; COVID -19.

Corresponding Author: Ilham Tadmori

1. INTRODUCTION

En Mars 2020, l'OMS a déclaré que le COVID-19 est devenu une pandémie, mettant la planète en état d'alerte maximale, le Maroc comme plusieurs pays, a mis en place des mesures strictes de confinement [1], [2], [3]. Bien que les jeunes semblaient être moins vulnérables au COVID-19, les effets secondaires de la pandémie sur la santé physique et psychologique des jeunes peuvent être dévastateurs [4]. Dans Ce contexte notamment avec le confinement, les enfants, contraints de rester à la maison, se sont retrouvés en permanence, en contact avec des produits dangereux (médicaments, désinfectants, plantes) les exposant aux intoxications et aux accidents domestiques, augmentant potentiellement les risques que les enfants confinés soient confrontés à d'énormes dangers [5], [6]. En effet, chez les enfants, les circonstances du confinement, ont augmenté les risques d'intoxication généralement accidentelle, favorisée par le déconditionnement du produit et le non-respect des normes de sécurité par certains fabricants [7]. Au Maroc plus de 30% des sujets intoxiqués sont des enfants et plus de 1000 décès ont été enregistrés durant les trente dernières années. Les envenimations scorpioniques, les ingestions de plantes toxiques et les erreurs thérapeutiques sont les causes les plus fréquentes des décès toxiques rapportés [8]. Le présent travail décrit les aspects épidémiologiques, cliniques et évolutifs des cas d'accidents domestiques admis et pris en charge aux service des urgences pédiatriques de l'hôpital universitaire Hassan II de Fès, pendant une période - du Covid 19 - allant du Juillet au Décembre de l'année 2020 et de la même période - pré Covid - de l'année 2019, afin d'évaluer les répercussions de cette pandémie sur le profil de ces accidents domestiques.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Il s'agit d'une étude rétrospective, descriptive et comparative des cas accidents domestiques chez les enfants admis et pris en charge aux service des urgences pédiatriques de l'hôpital universitaire Hassan II de Fès pendant les deux périodes du pandémie Covid et pré Covid allant du Juillet au Décembre des années 2020 et 2019. L'objectif étant d'analyser et de comparer les différents types d'accidents domestiques, admis et pris en charge durant la période du Covid-19 en 2020 et au cours de l'année précédente de 2019. Nous avons inclus dans cette étude tous les cas d'accidents domestiques survenus chez les enfants âgés de 1mois à 15 ans. Les enfants concernés sont admis soit directement à la consultation des urgences pédiatriques ou référés d'un autre hôpital et dont la nature de l'accident domestique était certaine et connue. Les enfants victimes de traumatisme, brulures, blessures, chutes, plais, électrisation ou d'une piqûre de scorpion ou serpent ont été exclus de cette étude. Les données ont été collectées à partir des dossiers médicaux électroniques des patients à l'aide d'une fiche d'exploitation établie. Cette fiche comprenait les caractéristiques épidémiologiques du patient (l'âge, le sexe, l'origine, les antécédents médicaux). Les caractéristiques cliniques (le lieu d'accident, le type de toxique s'il s'agit d'une intoxication, les symptômes) et les éléments de prise en charge initiale et l'évolution des patients.

L'objectif de ce travail est de rapporter, d'une part l'expérience du service en étudiant les caractéristiques épidémiologiques, cliniques et évolutives des accidents domestiques, et d'autre part l'impact de la pandémie du Covid-19 sur les cas d'accidents chez les enfants, en termes de récurrence (fréquence) et de gravité.

3. RÉSULTATS

Pendant la période de notre étude, le service des urgences pédiatriques du CHU Hassan II de Fès, a enregistré 67 cas d'accidents domestiques durant 2020 contre 41 cas en 2019, avec une augmentation de 63,41% (26 cas) pendant la période Covid-19. Ces enfants étaient d'origine urbaine dans 61,30% (41/67) en 2020 contre 63,41% (26/41) en 2019. Une augmentation d'âge des patients a été constaté en période de pandémie avec un âge moyen de 4,11ans et des extrêmes allant de 1an à 15 ans, avec une nette prédominance masculine en période de pandémie, avec un sex-ratio (M/F) de 2,7. En 2019, l'âge moyen était de 2,5 ans avec des extrêmes allant de 5 mois à 9 ans, le sex-ratio (M/F) était de 1,15. La répartition des enfants selon la tranche d'âge à l'ère Covid-19 était, celle des bébés marcheurs entre 1 à 3ans dans 62,68% des cas (42/67), suivi d'enfants d'âge préscolaire de 4 à 6 ans dans 19,40% des cas (13/67) et pour les enfants d'âge scolaire de 7 à 15ans 17,90% des cas (12/67). En 2019, la distribution des groupes d'âge était presque similaire pour les différentes tranches d'âge, de 1 à 3 ans 73,17% (30/41), des enfants d'âge préscolaire de 4 à 6 ans dans 21,95% des cas (9/41) et on note une grande différence pour les enfants d'âge scolaire de 7 à 15ans 4,80% des cas (2/41) (Tableau I). Cette classification utilisée des groupes d'âge, est intéressante car elle permet de classer les groupes d'âge selon une logique des circonstances des accidents ainsi que du développement physique et mental de l'enfant. Par exemple, la tranche d'âge le bébé, entre 1 et 5 ans, est une période d'acquisition de la marche et d'une grande curiosité de l'enfant qui le prédispose aux intoxications dans le cadre de l'accident classique [8]. La circonstance accidentelle était la plus fréquente, était de 97,56 % en 2019 et de 94,02 % (63/67) dans l'ère Covid-19. Nous avons également remarqué une légère augmentation des cas de tentative de suicide, passant de 2,43% des cas en 2019 à 5,90% (4/67) en 2020, observée principalement chez les adolescents dont la tranche d'âge extrême de 11 à 15 ans,

ce qui peut être lié aux effets psychologiques du contexte de la pandémie Covid-19 (Tableau I). L'analyse de la voie d'intoxication a montré que la voie orale était prédominante tant en 2020 qu'en 2019, suivie par la voie inhalée par intoxication au CO.

L'analyse des types d'accidents domestiques (Tableau I) a été marquée par l'augmentation des inhalations des corps étrangers (CE) trachéo-bronchique à l'ére de Covid-19, de 7,31% (3/41) en 2019 à 16,41% (11/67) en 2020. Les intoxications aux pesticides ainsi que les intoxications médicamenteuses dans la période Covid-19 ont connu une augmentation passant de 2,40% (1/41) en 2019 à 25,37% (17/67) en 2020. Les intoxications étaient dominées par les pesticides (les organophosphorés dans neuf cas, insecticide et raticide dans un cas chacun), le cannabis et les médicaments dans trois cas chacune. En ce qui concerne les produits caustiques, notamment les produits ménagers, on a noté une légère augmentation passant de 12,19 % (5/41) en 2019 à 14,92% (10/67) en 2020 dans l'ère Covid-19. La particularité, au cours du Covid-19, a été l'enregistrement des cas d'intoxication par des mélanges hétérogènes par exemple de la solution hydro-alcoolique et le vinaigre blanc, ainsi que l'augmentation des cas d'ingestions de eau de javel (en 2019 tous les produits caustiques sont dû à l'acide chlorhydrique, en 2020 50% des cas sont lié à l'eau de javel). Concernant les ingestions de corps étrangers digestifs (pièce de monnaie ou pile bouton) et les produits volatils qui, sont représentés exclusivement dans l'étude par le distillat de pétrole sont restés similaires au cours des deux périodes de l'étude.

Tableau 1. Les caractéristiques épidémiologiques et la nature de l'accident domestique

	Effectif/ Pourcentage 2019	**Effectif/ Pourcentage 2020**
Age: • 1 à 3 ans • 4 à 6 ans • 7 à 15ans	 30/73,17% 09/21,95% 02/04,87%	 42/62,68% 13/19,40% 12/17,91%
Habitat: • Urbain • Rural	 26/63,41% 15/36,59%	 41/61,20% 26/38,80%
Sex-ratio:	1,15	2,7
Caractères de l'accident: • Accidentel • intentionnel	 40/97,56% 01/02,44%	 63/92,55% 04/07,45%
Nature de l'accident: <u>Intoxication aigue</u>: • Pesticides • Médicamenteux • cannabis <u>Ingestion de corps étranger</u> <u>Inhalation de corps étranger</u> <u>Intoxication par produit ménagers:</u> • Esprit de sel • Eau de javel • Mélange <u>Intoxication par produit volatil</u> <u>Noyade</u> <u>Intoxication au CO</u>	 01/2,44% 01/2,44% - - 19/46,34% 03/07,32% 05/12,20% 5/12,20% - - 11/26,82% - 02/04,87%	 17/25,37% 11/16,41% 03/04,47% 03/04,47% 14/20,89% 11/16,41% 10/14,92% 04/05,96% 05/7,45% 01/01,49% 12/17,91% 02/02,98% -
Total	41/100%	67/100%

L'étude des caractéristiques cliniques pendant la période de 2020 a montré que 70,14% (47/67) de nos patients étaient symptomatiques. Les symptômes les plus fréquents étaient des signes digestifs présents dans 42,53% (20/47) des cas, incluant vomissements, dysphagie, hyper sialorrhées et hématémèses. L'admission liée à l'hématémèse était dans un cas du à l'ingestion de produits caustiques (mélange solution hydro-alcoolique et vinaigre blanc). Les signes respiratoires étaient présents dans 31,91 % des cas (15/47), principalement une toux, détresse respiratoire, douleur thoracique et dyspnée. Les signes neurologiques dans 25,53% des cas (12/47). Ils étaient principalement dominés par l'agitation et la somnolence. En

période de la pandémie la fibroscopie œsogastroduodénale a été faite chez sept patients et non faite pour trois enfants vu qu'ils ont ingéré de l'eau de javel commercialisé de 12°et asymptomatiques. Elle a révélée des lésions plus au moins étendues du tube digestif chez tous les enfants. En 2019 la fibroscopie digestive a été faite pour cinq enfants et revu en faveur des lésions de tube digestif dans deux cas. L'évolution immédiate était favorable et resté similaire dans les deux périodes (86,57 % des cas en 2020 et 87,80% des cas en 2019, avec une surveillance à moyen terme pour les enfants gardant des séquelles digestives et respiratoires (11,93% en 2020 et 09,75% en 2019). Un décès a été déploré au cours de 2020 contre zéro décès en 2019. En 2020, trois enfants avaient gardé une sténose caustique franchissable, dont le produit ingéré était l'esprit de sel chez deux enfants et un mélange de vinaigre blanc et de la solution hydro-alcoolique dans un cas. Les enfants ayant inhalés soit un CE ou un produit volatils ont évolué vers des pleuro-pneumopathies ou des micro-abcès du parenchyme pulmonaire dans trois cas. En 2019, aucune sténose caustique n'a été constatée, et l'évolution vers des micro-abcès pulmonaire a été rapportée chez deux enfants.

4. DISCUSSION

L'isolement à domicile à long terme dû aux mesures de confinement visant à empêcher la propagation de l'épidémie de COVID-19 a induit un risque potentiel d'augmentation d'accidents domestiques chez les enfants, en tant que dommage collatéral supplémentaire de cette pandémie [9], [10], [11]. En effet, la peur disproportionnée du coronavirus a entraîné une modification des comportements, tels que le nettoyage excessif de la maison et l'utilisation abusive de produits de nettoyage pour l'hygiène personnelle ou pour le nettoyage des aliments. De ce fait les enfants sont donc plus fréquemment exposés à des substances dangereuses, bien que courantes, telles que les médicaments des parents, les solutions hydro alcooliques, des plantes potentiellement toxiques, et les produits faits maison. Notre étude a montré que pendant la pandémie Covid-19, la fréquence des cas d'accidents domestiques chez les enfants a augmenté de 63,41% (67 vs 41). L'intoxication varie d'un pays à l'autre et reste difficile à préciser puisque dans la plupart des cas, il s'agit d'une intoxication bénigne qui ne donne pas lieu à une consultation médicale et échappe ainsi à toute étude statistique [6], [12]. Les données fournies par l'American Association of Poison Control Centers (AAPCC) et le National Poison Data System (NPDS), les appels téléphoniques liés à des cas d'empoisonnement par du désinfectant pour les mains ont augmenté de 79 %, par rapport à Mars 2019 et Mars 2020. La plupart de ces appels étaient dû à des expositions non intentionnelles chez des enfants de 5 ans et moins, à noter que l'ingestion seulement d'une petite quantité de désinfectant pour les mains peut être potentiellement mortelle chez un jeune enfant [13]. Entre Janvier et Mars 2020, les centres antipoison ont reçu 45550 appels d'exposition liés aux produits de nettoyage et aux désinfectants, ce qui représente une augmentation globale de 20,4 % par rapport à la même période en 2019, et il semble y avoir une relation temporelle claire avec l'augmentation de l'utilisation de ces produits, dans les expositions et dans les efforts de nettoyage de la période d'isolement du covid-19 [14]. Au Maroc, entre le 16 Mars 2020 et le 16 Avril 2020, le Centre anti-poison et de Pharmacovigilance (CAPM) a enregistré 145 déclarations de cas d'empoisonnement chez les enfants, ce qui représente 45,03 % de l'ensemble des cas d'intoxication survenus au cours de cette période en dehors des piqûres et d'envenimations scorpioniques [15]. Dans notre étude, sur les six mois de l'année 2020 nous avons enregistré 67 cas d'accidents domestiques chez les enfants, avec une moyenne de 11 cas par mois. Nous avons exclu de cette étude les cas des enfants admis pour des piqures de scorpion, morsure de serpent, brulures, chutes, plais et électrisation. Notre étude a montré, que pendant la pandémie Covid-19, une augmentation de la fréquence des cas d'accidents domestiques chez les enfants de 63,41%. Les résultats de notre étude sont concordants avec celles de la littérature ayant rapporté une augmentation des accidents domestiques chez l'enfant entre la période pré et au cours de la période de la pandémie [16], [17], [18], [19]. Dans notre série, la tranche d'âge la plus concernée se situe entre 1 et 4 ans avec une prédominance masculine. Ces résultats sont cohérents avec d'autres données publiées dans ce domaine [13], [15], [16]. A cet âge, les enfants ont tendance à explorer leur environnement immédiat, c'est aussi l'âge d'acquisition de la marche où l'activité main-bouche est très importante. Concernant les pesticides, ils sont impliqués dans des accidents domestiques lorsqu'ils sont laissés à la portée des enfants en raison d'une négligence ou d'un stockage accessible. Lorsque des enfants plus âgés sont impliqués, les accidents résultent souvent d'une mauvaise utilisation et du déballage des produits. La voie orale et la circonstance accidentelle sont les caractéristiques, les plus fréquentes des intoxications et les plus rapportées dans toutes les séries [15], [16], [20]. En effet, le déconditionnement et le non-respect des normes de sécurité semblent être la cause principale des cas d'ingestion accidentelle chez les enfants dans notre contexte. Dans notre travail, les intoxications aigues ont connu une augmentation dans la période du Covid 19, passant de 2,40% (1/41) en 2019 à 25,37% (17/67) en 2020. Ces intoxications sont représentées par les pesticides dans 11 cas suivi par les intoxications médicamenteuse et le cannabis dans trois cas chacun. Le distillat de pétrole ou l'intoxication aux produits volatils est une spécificité marocaine, dans notre étude, il a été responsable de 12 cas (17,91%) d'ingestion. Il a été largement utilisé dans la plupart des foyers marocains comme désinfectant pour les surfaces et l'air, afin de réduire la propagation du virus, ce qui serait la cause d'ingestion accidentelle chez les enfants. Les cas de distillat de pétrole, sont restés similaires dans les deux périodes. Les inhalations des Corps étrangers (CE) trachéo-bronchique à l'ère de Covid-19 ont passé du 7,3% en 2019 à 16,41% (11/67) par contre les CE digestives sont restées similaires pendant les deux périodes. Cette augmentation des cas

d'inhalation de CE est dû au fait que la plus part des familles marocaines ont l'habitude le soir de consommer du thé avec les fruits secs (grain de tournesol, cacahouète, amande, noix ect). Les produits caustiques ont représenté 14,92% des cas dans la période pandémique, l'eau de javel et les produits ménagers ont été les principales causes d'intoxication caustique chez les enfants. Cependant, au cours de la période Covid-19, a été déclaré un cas d'intoxication par un nouveau type de mélange (vinaigre blanc+ solution hydro-alcoolique) et par l'eau de javel qui a représenté 50% des cas de produits caustiques incriminés (absent en 2019). L'apparition de cas d'intoxication par des mélanges de désinfectants a également été enregistrée par le Centre marocain anti-poison et de la pharmacovigilance (CAPM) et par Kampf G et al [15], [21]. D'après les données du Centre antipoison et de pharmacovigilance marocain (CAPM) [16], l'analyse des produits incriminés dans les intoxications en 2020 a montré que les médicaments étaient en tête (55,16%) suivis par les désinfectants (14,40%) et les pesticides et produits agricoles alors qu'en 2019, les médicaments étaient en tête (45%), suivis des pesticides et des produits agricoles (10,36 %) et des désinfectants (8,04%). Chez les enfants, l'exposition aux produits toxiques n'est pas toujours accidentelle. Dans notre série, les intoxications volontaires chez des enfants de plus de 10 ans, principalement des filles, concernent quatre enfants soit 5,97% par rapport à 2,43% en 2019, les toxiques impliqués étaient les organophosphorés. La tentative de suicide a significativement augmenté, ce qui est cohérent avec les données du CAPM et des études internationales [15], [16], [22]. Dans notre étude, le taux de décès a augmenté, passant de 0% en 2019 à 2,98 % à la même période en 2020 (1décés), ce qui peut être lié à l'augmentation du délai entre l'intoxication et la prise en charge, en raison de la crainte de la population d'être exposé à l'infection par le virus du SRAS-Cov dans le milieu hospitalier.

5. CONCLUSION

La crise sanitaire de Covid-19 et le confinement sanitaire ont eu un impact sur le profil des accidents domestiques des enfants. Pendant la période Covid-19, on a constaté une augmentation des cas d'accidents domestiques avec un âge moyen plus élevé. Les types d'accidents domestiques ont été marquée par l'augmentation des inhalations des corps étrangers trachéo-bronchique; ainsi que l'utilisation de mélanges de désinfectants et l'apparition de nouvelles circonstances d'intoxication.

REFERENCES

[1] Organization, W.H., WHO characterizes COVID-19 as a pandemic. World Health Organization, 2020.

[2] Hellewell J, Abbott S, Gimma A, et al. Feasibility of controlling COVID-19 outbreaks by isolation of cases and contacts. Lancet Glob Health 2020; 8: e488–96.

[3] Ng Y, Li Z, Chua YX, et al. Evaluation of the effectiveness of surveillance and containment measures for the first 100 patients with COVID-19 in Singapore—January 2–February 29, 2020. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2020; 69: 307–11.

[4] Spinelli, M., et al., Parents' stress and children's psychological problems in families facing the COVID-19 outbreak in Italy. Frontiers in Psychology, 2020. 11: p. 1713.

[5] Crescentini, C., et al., Stuck outside and inside: an exploratory study on the effects of the COVID-19 outbreak on Italian parents and Children's internalizing symptoms. Frontiers in psychology, 2020. 11.

[6] COVID-19: home poisoning throughout the containment period helancet.com/public-health Vol 5 June 2020.

[7] JALAL G et al. Intoxication par les produits caustiques. Espérance médicale, 2004. 11 (111): p. 578-582.

[8] Naima Rhalem, M.R.A. Les intoxications aigues chez l'enfant. 2012.

[9] Lazzerini, M et al., Delayed access or provision of care in Italy resulting from fear of COVID-19 The Lancet Child & Adolescent Health, 2020. 4 (5): p. e10-e11.

[10] Viner. R.M et al. School closure and management practices during coronavirus outbreaks including COVID-19: a rapid systematic review. The Lancet Child & Adolescent Health, 2020. 4 (5): p. 397-404.

[11] Pandemic school closures: risks and opportunities. Lancet Child & Adolesc Health 2020; 4 (5): 341. DOI: https//doi.org/10.1016/S2352-4642 (20) 30105-X.

[12] BOUFTINI S, ACHOUR S, JALAL G, RHALEM N, SOULAYMANI A, SOULAYMANIBENCHEIKH R. Les intoxications par les produits d'entretien ménager chez l'enfant au Maroc (1980-2009) ScienceLib Editions Mersenne: Volume 5, N ° 130916 ISSN 2111-4706.

[13] Silva CAM, Pereira MNEU, Prado CC, Fruchtengarten LVG, Amorim MLP, Tavares RFS, et al. Agentes químicos para desinfecção de mãos e superfícies de contato no ambiente, na prevenção de contaminação pelo SARS-CoV-2 (Novo Coronavírus) responsável pela COVID19 [Internet]. Rio de Janeiro (RJ): SBP; 2020; [acesso em 2020 Jun 26]. Disponível em: https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/22472e-NA_.

[14] Chang A, Schnall AH, Bronstein lC, Marraffa JM, Spiller HA, Hays HL, et al. Cleaning and disinfectant chemical exposures and temporal associations with COVID-19 - National Poison Data System, United States, January 1, 2020 - March 31, 2020. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2020 Abr; 69 (16): 496-8. DOI: https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6916e1.

[15] Soulaymani Bencheikh R: Le Centre Antiopoison et de la Pharmacovigilance du Maroc face à la pandemine du Covid-19, in Revue de toxicologie.
[16] AMRANI HANCHI Sahar 1,2, HOUMMANI Hasnae1,2, MOURABITI Hajar1,2, CHEBAIBI Mohammed1,2, CHAOUKI Sana3, ACHOUR Sanae1,2, TADMOURI Ilham3 and HIDA Moustapha Children's poisoning profile during the Covid-19 pandemic – Experience of Hassan II University Hospital in Fez, MOROCCO. E3S Web of Conferences 319, 01077 (2021) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202131901077.
[17] Adriana Silva Costa1, Bernardo Reis Monteiro1, Maria Inês Mascarenhas1, Helena Isabel Almeida1 Injury before and during COVID-19 - consequences of quarantine in a pediatric emergency department, Residência Pediátrica; 2021, DOI: 10.25060/residpediatr-2021.v11n2-592.
[18] Danilo Blank1, Renata Dejtiar Waksman: The importance of injuries caused by domestic accidents in times of covid-19 Residência Pediátrica; 2020: Ahead of Print. DOI: 10.25060/residpediatr-2020.v10n2-400.
[19] Bressan S, Gallo E, Tirelli F, Gregori D, Dalt L. Lockdown: more domestic accidents than COVID-19 in children. Arch Dis Child. 2020 Jun 02; [Epub ahead of print]. DOI: https://doi.org/10.1136/archdischild-2020-319547.
[20] ANSES, C.A.F., Covid-19 et toxicovigilance 2020.
[21] Kampf G, Todt D, Pfaender S, Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. J Hosp Infect 2020; 104: 246–51.
[22] Hoekstra, P.J., Suicidality in children and adolescents: lessons to be learned from the COVID-19 crisis. European Child & Adolescent Psychiatry (2020) 29: 737–738, 2020.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 935-948
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Evaluation socio-environnementale sur l'implantation des antennes relais de télécommunication implantés dans les différents endroits de la ville de Mbandaka, et leurs effets sur la santé humaine (RDC)

[Socio-environmental assessment on the installation of telecommunication relay antennas located in different places in the city of Mbandaka, and their effects on human health (DRC)]

Matthieu Sekalo Mandele[1], Ignace Mbombombo[1], Jusele Seanabo[1], D. E. Musibono[2], and Gracien Ekoko[2]

[1]Institut Supérieur de Développement Rural (ISDR), Province de l'Equateur, Mbandaka, RD Congo

[2]Université de Kinshasa (UNIKIN), Faculté des sciences, RD Congo

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: A socio-environmental assessment on the installation of relay antennas in the city of Mbandaka, and their toxic effects on human health, was carried out in the districts of Mbandaka and its surroundings, in the province of Equateur, in the Democratic Republic of Congo.
In these districts, the installation of relay antennas is done without respecting the standards in terms of communication.
The field study revealed that the proliferation of relay antennas in the city of Mbandaka and its surroundings did not respect environmental standards, and this caused most cardiovascular diseases in the surrounding population.
The results obtained show that:
- No environmental impact study was carried out before the installation of these relay antennas.
- 75% of the population uses mobile phones which makes this device the first advanced communication tool to be used.
- 85% of relay antennas are installed less than 20 meters from residential houses.
- 95% of respondents are ignorant of the danger of relay antennas.
- The Environmental Impact Study did not take place before the installation of these relay antennas.
- Most of the illnesses observed in the surrounding health structures are due to non-compliance with established standards for the installation of relay antennas.
- 96% of GSM antenna sites located in Mbandakan did not comply with standards.

KEYWORDS: Relay antenna, Mbandaka, Impact, Environment, telecommunications.

RESUME: Une évaluation socio-environnementale sur l'implantation des antennes relais dans la ville de Mbandaka, et leurs effets toxiques sur la santé humaine, a été réalisée dans les quartiers de Mbandaka et ses environs, dans la province de l'Equateur, en République Démocratique du Congo.
Dans ces quartiers, l'implantation des antennes relais se fait sans respect des normes en la matière de communication.
L'étude faite sur le terrain a révélé que, la prolifération des antennes relais dans la ville de Mbandaka et ses environs n'a pas respecté les normes environnementales, et cela a occasionné la plupart des maladies cardiovasculaires sur la population environnante.
Les résultats obtenus montrent que:
- Aucune étude d'impact environnemental n'a pas eu lieu avant l'implantation de ces antennes relais.

Corresponding Author: Matthieu Sekalo Mandele

- 75% de la population utilise des téléphones portables ce qui fait de cet appareil le premier outil de communication de pointe à être utilisé.
85% des antennes relais sont installées à moins de 20 mètres de maisons d'habitations.
95% des enquêtés sont ignorants de danger de antennes relais.
L'Etude d'Impact Environnemental n'a pas eu lieu avant l'implantation de ces antennes relais.
La plupart des maladies observées dans les structures de la santé environnantes sont dues du non-respect de normes établis pour l'implantation d'antenne relais.
- 96%les sites des antennes GSM implantées à Mbandaka n'ont pas respecté les normes.

MOTS-CLEFS: Antenne relais, Mbandaka, Impact, Environnement, télécommunication.

1. INTRODUCTION

Dans le monde, le téléphone, l'internet, la télévision**,** l'ordinateur, tous font partie de la vie moderne. La technologie a atteint chaque recoin du monde franchissant même les fosses qui séparent les opulents et les pauvres dans la vie des bien-être des personnes.

L'omniprésence de la technologie est peut-être particulièrement évidente dans la prolifération des téléphones portables (antennes cellulaires...). Des modules de pointe permettant de naviguer sur internet, d'envoyer et de recevoir des e-mails et des textos, de regarder la télé, d'écouter la radio ou la musique, de prendre des photos et accessoirement de téléphoner.

Depuis un certain temps nous avons observé le déploiement des nouveaux réseaux et UMTS capacité et vitesse de transmission accrues et l'évolution de la technologie de la téléphonie mobile de 3èmes générations 3G+ [1].

Les opérateurs des téléphones mobiles développent sans cesse leurs réseaux, qu'on constate une prolifération d'antennes GSM en zone résidentielle et dans les sites de logement sociaux [2].

Ces antennes sont généralement sur les toits des immeubles, mais elles peuvent être également sur des mâts, pylônes, voire des châteaux d'eau, ou encore dans un clocher. Parfois elles sont bien invisibles, cachées par un artifice environnemental comme des arbres. Bien que ces réseaux nous procure d'un avantage, celui de la facilité de communication et connections à l'internet. cependant, les inconvénients sont aussi nombreux surtout sur la santé de l'homme.

Cette poussée des implantations des antennes relais a provoqué une véritable révolution socio-économique et culturelle. Les propriétaires des parcelles cherchent des appuis pour que les antennes soient érigées dans leurs concessions afin de bénéficier de l'argent, tout en oubliant que ces antennes ont des impacts néfastes sur la population.

Dans la ville de Mbandaka, le constat fait lors de cette recherche a montré que:

- 75% de la population utilise des téléphones portables ce qui fait de cet appareil le premier outil de communication de pointe à être utilisé.
- 85% des antennes relais sont installées à moins de 20metres de maisons d'habitations.
- 95% des enquêtés sont ignorants de danger de antennes relais.
- L'Etude d'Impact Environnemental n'a pas eu lieu avant l'implantation de ces antennes relais.
- La plupart des maladies observées dans les structures de la santé environnantes sont dues du non-respect de normes établis pour l'implantation d'antenne relais.

À Mbandaka les sites des antennes GSM sont actuellement au nombre de 25 sites de tous les réseaux confondus.

Bien que les antennes relais aient été accueillies avec main propre, les opérateurs de mobiles n'ont pas disposé assez de temps pour expliquer à l'utilisateur le danger qui le guette dans l'avenir.

Notre préoccupation est de montrer à la population bénéficiaire le danger de ces antennes qui émettent les rayonnements électromagnétiques non visible, incolore, inodore. La politique sur l'effet dommageable sur la santé refait surface.

Le résultat de certains experts et du conseil d'hygiène, souligne la nocivité des ondes électromagnétiques et l'impact possible sur la santé de certaines personnes sensibles comme les enfants, les fœtus et les personnes électro sensibles.

En effet, toutes innovations surtout technologiques, quel que soit sa qualité ne peut être mieux accepté si elle arrive à être comprise par les bénéficiaires étant donné que ces outils sont en vogue sur le marché et constitue l'un des aspects du développement pour ce siècle, il comporte à l'homme à bien l'utiliser et le connaître.

2. MILIEU D'ÉTUDE

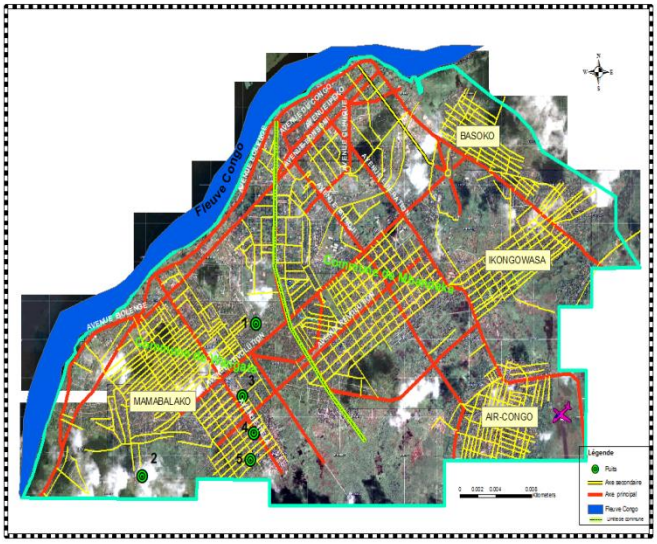


Fig. 1. Carte de la ville de Mbandaka 2021

3. MÉTHODOLOGIE

3.1. RÉCOLTE DES DONNÉES

Pour aboutir à nos résultats d'étude, nous avons procédé au prélèvement des données destinées pouvant nous permettre de faire une évaluation nette sur les effets liés à l'implantation de la nouvelle technologie de la communication des antennes cellulaires dans la ville de Mbandaka et ses environs.

3.2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

a. Matériel

Notre matériel de cette étude est constitué essentiellement de nombre des antennes relais implantés dans le centre-ville de Mbandaka.

Les équipements ci-après ont été utilisés pour la récolte des données :

b. GPS : l'outil qui nous a servi de prendre les coordonnées géographiques de tous les sites que les antennes sont implantés. Cet appareil nous a aidés à la cartographie des sites identifiés.

c. L'appareil camera était utilisé pour la prise des images.

3.3. ECHANTILLONNAGE

Notre échantillon est constitué de nombre d'antennes relais et de la population habitant aux environs de l'antenne relais est implanté.

4. COLLECTE DES DONNÉES

La technique d'enquête a été à la base de notre recherche. Elle nous a facilité d'identifier les antennes de télécommunication implantées dans les différents endroits en vue de porter un jugement de valeur.

5. RÉSULTATS

Les résultats obtenus lors de notre enquête sur les différents sites de la ville de Mbandaka se présentent sur tableaux et les figures ci-dessous.

Tableau 1. Distance sites d'antenne par rapport aux habitations

N°	Sites	Nom du réseau	Distance par rapport aux habitations par mètre	Observations
1	Château d'eau	- Vodacom	N-20; 0-10; S-500; E-200	Les trois antennes sont placés sur le même site de château d'eau de la régideso
2	Château d'eau	- Airtel	N-20; 0-10; S-500; E-200	
3	Château d'eau	- Orange	N-20; 0-10; S-500; E-200	
4	Poste ville	- Vodacom	N-10; 0-10; S-20; E-20	Les deux antennes sont installées sur le bâtiment de poste et communication.
5	Poste ville	- Airtel	N-5; 0-10; S-15; E-40	
6	Lifumba	-Orange	N-10; 0-20; S-50; E-20	
7	Bolenge	- Vodacom	N-100; 0-150; S-80; E-200	
8	Bolenge	- Orange	N-100; 0-150; S-80; E-200	
9	Bolenge	- Airtel	N-100; 0-150; S-80; E-200	
10	Mbandaka 2 marché	-Orange	N- 10; 0-25; S-20; E-20	
11	Mbandaka 2 ISP	-Orange	N-2O; 0-5; S-10; E- 15	
12	Mbandaka 2 Bosongubi	-Vodacom	N-2O; 0-5; S-10; E- 20	
13	Aéroport	-Airtel	N- 1km; 0-1km; S-500; E-1km	
14	Afrique hôtel	-Orange	N-5; 0-5; S-20; E-10	
15	Révolution MBK I	-Hélios	N-10; 0-10; S-15; E-30	
16	Révolution MBK II	- Hélios	N-10; -10; S-15; E-20	
17	MBK III	-Hélios	N-1O; 0-10; S-15; E-10	
18	Ikongowasa	-Vodacom	N-1O; 0-40; S-20; E-30	
19	Air Congo	-Orange	N-2O; 0-5; S-10; E- 15	
20	Hôpital camp ngashie	-Hélios	N-10; 0-10; S-10; E-10	Installée au camp militaire
21	Central Orange	- Orange	N- 20; 0- 10; S-20; E-20	
22	WedjiSecli	- Orange	N-50; 0-40; S- 20; E-50	
23	Tanganyka MBK II	- Orange	N-10; 0-15; S-25; E-10	
24	Cathédrale	- Vodacom	N-20; 0-50; S-10; E-20	
25	Lukolela MBK III	- Orange	N-; 0-; S-; E-	

Souce: enquête mené sur terrain en 2021
Légende:
N: Nord.
0: Ouest.
S: Sud.
E: Est

6. IMPLANTATION DESSITES PAR RAPPORT HABITATIONS/MÉNAGES

6.1. LES SITES DE VODACOM

6.1.1. SITE ANTENNE CHÂTEAU D'EAU

Ce site est implanté dans le point central de la ville de Mbandaka avec une optimisation de 80 % il comprend presque tous les réseaux.



A l'Est: 500 mètres.

Au Nord: 20 mètres.

Au Sud: 200 mètres.

A l'Ouest: 200 mètres

Trois réseaux sont installés au sommet de ce châteaux d'eau suite à son hauteur.

6.1.2. SITE ANTENNE POSTE VILLE

Ce site est implanté dans une parcelle qui est entouré d'autres parcelles.



Au nord: 10 mètres.

Au sud: 10 mètres.

À l'est: 10 mètres.

À l'ouest: 10 mètres.

6.1.3. SITE DE MBANDAKA II

Au nord: 10 mètres.

Au sud: 10 mètre.

A l'est: 10 mètres.

Al'ouest: 10 mètres.

6.1.4. SITE DE BOLENGE

Au nord: 12 mètres.

Au sud: 10 mètres.

À l'est: 14 mètres.

À l'ouest: 10 mètres.

6.1.5. SITE CATHÉDRALE

Implanté dans l'enceinte de la cathédrale là où il y a un couvent de frères, voilà ce peuplement qui croyez être protégé et isoler mais hélas les ondes les pénètrent sans audience.

Au nord: 20 mètres.

Au sud: 10 mètres.

A l'est: 20 mètres.

A l'ouest: 50 mètres.

6.1.6. SITE IKONGOWASA

Ce site est vraiment entouré des habitations de la population et du marché.

Au nord: 10 mètres.

Au sud: 20 mètres.

A l'est: 30 mètres.

A l'ouest: 10 mètres.

6.2. LES SITES AIRTEL

6.2.1. SITE CHÂTEAU D'EAU

Ce site est implanté dans le point central de la ville de Mbandaka avec une optimisation de 80 % il contient presque tous les réseaux.

Au nord: 20 mètres.

Au sud: 500 mètres.

A l'est: 200 mètres.

A l'ouest: 10 mètres



6.2.2. SITE MBANDAKA II

Au nord: 10 mètres.

Au sud: 10 mètres.

A l'est: 20 mètres.

A l'ouest: 20 mètres.

6.2.3. SITE BOLENGE

Au nord: 15 mètres.

Au sud: 10 mètres.

À l'est: 12 mètres.

À l'ouest: 10 mètres.

6.2.4. SITE WANGATA

Au nord: 20 mètres.

Au sud: 10 mètres.

A l'est: 10 mètres.

A l'ouest: 10 mètres.

6.2.5. SITE AÉROPORT

Ce site implanté dans l'enceinte de l'aéroport répond vraiment à la norme de l'implantation des antennes dans une ville, il est éloigné de la population et de leur habitation.

Au nord: 1.000 mètres.

Au sud: 500 mètres.

A l'est: plus de 1.000 mètres.

A l'ouest: 8.00 mètres.

6.3. LES SITES ORANGE

Ce site est implanté au bureau central d'orange sur l'avenue Bonsomi au rond-point Ndele, il est entouré des parcelles résidentielles.

6.3.1. SITE CENTRAL

Au nord: 20 mètres.

Au sud: 20 mètres.

À l'est: 30 mètres.

À l'ouest: 100 mètres.

6.3.2. SITE DE L'AFRIQUE HÔTEL

Celui-ci est un site relais qui est placé au-dessus de l'immeuble de ladite, implanté au-dessus de cette immeuble.

Au nord: 40 mètres.

Au sud: 50 mètres.

A l'est: 60 mètres.

A l'ouest: 30 mètres.

En dessous: 10 mètres.

6.3.3. SITE DE LIFUMBA

Isolé à Lifumba implanté à une distance de 10 m des habitations



.

Au nord: 50 mètres.

Au sud: 500 mètres.

A l'est: 300 mètres.

A l'ouest: 2.000 m.

Seule antenne que les conditions d'installation sont au respect des normes établis.

6.3.4. SITE DE CHÂTEAU D'EAU

Ce site est implanté dans le point central de la ville de Mbandaka avec une optimisation de 80 % il contient presque tous les réseaux.

Au nord: 20 mètres.

Au sud: 600 mètres.

A l'est: 80 mètres.

A l'ouest: 20 mètres.

6.3.5. SITE MBANDAKA II



Implanté au marché central de Mbandaka 2.

Au nord: 25 mètres des habitations.

Au sud: 20 mètres.

A l'est: 10 mètres.

A l'ouest: 20 mètres des maisons d'habitation.

6.3.6. SITE AIR CONGO

Ce site est vraiment implanté entre les maisons d'habitation, il est :

Au nord séparé d'une avenue d'une distance de 15 mètres.

Au sud il est à 10 mètres des maisons voisines.

À l'est, il est à 5 mètres des maisons d'habitation.

À l'ouest, séparer d'une rue de 15 mètres des maisons.



6.3.7. SITE DE MBANDAKA 2 (YASANYAMA)

Ce site est implanté dans un quartier des maisons d'habitation.

Au nord: 10 mètres.

Au sud: 10 mètres.

A l'est: 10 mètres.

A l'ouest: 30 mètres.

6.3.8. SITE CENTRAL DE LA RÉVOLUTION MBANDAKA I

Elle est implantée dans une parcelle avec une distance 10 mètres des habitations.



6.4. ANTENNES ORANGE

6.4.1. SITE AVENUE RÉVOLUTION-IPEKO MBANDAKA 3



Dans ce site, l'antenne est implantée dans une parcelle morcelée.

Au nord: 03 mètres.

Au sud: 05 mètres.

A l'est: 04 mètres.

A l'ouest: 05 mètres.

7. IMPACTS DES ANTENNES RELAIS SUR LA SANTÉ

Une étude Française réalisée chez l'animal montre que le champ électromagnétique émis par les antennes de téléphonie peut donner un impact relatif sur le sommeil et la température corporelle. **«** Réveils fréquents; difficultés pour se rendormir; insomnie font partie de symptômes décrit par les personnes dites électro sensible » vivant à proximité d'une antenne relais.

Mais, que sait-on réellement des antennes relais et de leurs effets sur l'organisme humain ?

Augmentent-elles les risques du cancer ?

En réalité on ne sait pas grand-chose aujourd'hui, rien n'éprouve que l'exposition chronique à ces ondes soit nocive, mais rien ne l'innocente non plus.

L'INERIS (institut National de l'Environnement Industriel et des Risque) en collaboration avec l'Université de Picardie Jules-verne ont mené des expériences sur des jeunes rats dont certains étaient exposés à des rayonnements électromagnétiques d'un volt par mètre, soit la puissance que l'on peut ressentir quand on habite ou que l'on se promène près d'une antenne – relais.

Les maladies liées aux antennes relais

Ces habitants de l'environnement des antennes relais réclament eux- mêmes, mais ne récent pas ses effets nocifs en eux.

Il faudrait savoir que toute communication cellulaire a une voie de transmission, les ondes hertziennes au phénomène électromagnétique.

Avec une étude menée par les scientifiques qui montrent que les ondes électromagnétiques ont des effets biologiques, elles provoquent une agitation moléculaire que conduit à une augmentation de la température et de la création du courant électrique interne, la chaleur ainsi générale et toute fois évacuée du corps.

D'après une publication scientifique, les trouble de la mémoire, les problèmes de la fertilité, maux de tête, fatigue, etc… sont les symptômes habituels d'une exposition prolongée à des champs magnétique de faible intensité. Ces champs provoquent sur n'importe quels systèmes vivant sain, une baisse des défenses immunitaires, des désordres hormonaux, sans parler des effets sur certains gènes de l'ADN.

En effet, l'ADN des chromosomes porte les gènes qui programment l'ensemble des caractéristiques de la vie, il suffit que l'un d'entre eux soit lésé pour que les mécanismes vitaux soient perturbés.

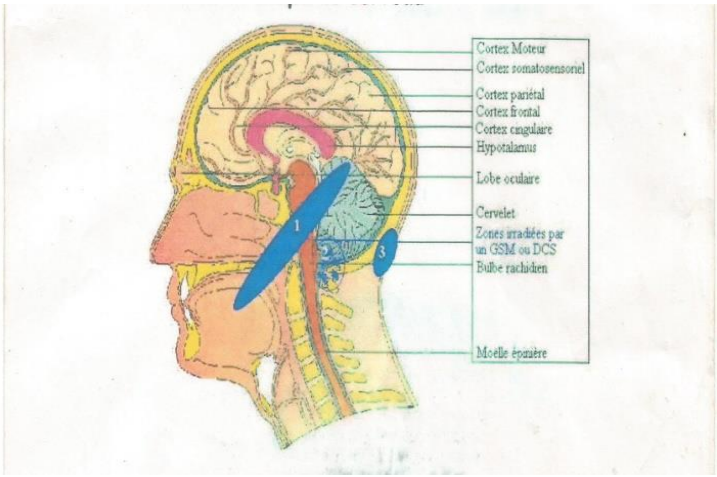
Le téléphone portable pourrait augmentait le risque de développer deux cancers rares. Il y a un lien entre exposition aux ondes des radios fréquences de 900 MHZ, fréquence utilisée pour les réseaux mobiles de Smartphone pour les deux normes d'émissions. GSM et CDMA, et est survenue de deux cancers : le SCHWAM NOME CARDIAQUE et LE GLIOME CEREBRALE [1].

Les ondes émises par les cellulaires se situent dans les gammes des ultracourtes (micro-ondes). Lors d'une communication, l'appareil se trouve à un centimètre du cerveau, un organe d'une sensibilité extrême.

A l'instar du four à micro-ondes, ces rayonnements agissent inévitablement sur les tissus contenant de l'eau (notre cerveau en contient 85%) en plus, de l'échauffement, les cellules perdent leur équilibre oscillatoire naturel. C'est pourquoi le risque de lésion irréversible est étayé et envisagé par des nombreux scientifiques.

Pour qu'un cancer apparaisse, il faut que l'altération de l'ADN se situe au niveau du gène à l'origine de la protéine P53, ce gêne est dit « suppresseur de cancer » parce que la protéine P53 qu'il induit s'oppose à la cancérisation de la cellule lorsque celle-ci est agressé.

Quand cette gêne est lésée, la protéine P53 est déficiente et ne protège plus le génome… Les télomères ne se raccourcissent plus. Le suicide cellulaire, cycle normal, ou apophase est déréglé. Une prolifération anormale de cellule provoquée donc un amas cellulaire tumoral. Le cancer peut alors se développer comme l'indique ce schéma du cerveau irradié en coupe [1].



Après avoir traversé la peau, les muscles du visage et les os du crâne, ces ondes électromagnétiques atteignent à 2 cm de profondeur, la région la plus superficielle, mais aussi la plus sensible du cerveau : le cortex, ou écorce cérébrale provoquant une élévation de la température du tissu cérébral.

Au niveau du cortex, cette augmentation est d'environ 1°C. Tout se passe exactement comme dans un four à microondes, sauf qu'ici c'est le centre névralgique du corps humain qui subit un échauffement. Si l'on téléphone régulièrement et pendant de longues périodes, il n'est pas impossible que l'effet thermique finisse par léser l'ADN cellulaire et provoquer des tumeurs cancéreuses [1].

Après une étude de longue haleine menée pendant 2 ans et demie, plusieurs groupes de 90 rats ont été exposés à des radio fréquences différentes, un rayonnement de 1,5 watt par kilogramme (w/g).

Ces niveaux d'exposition se situent au–delà de ceux subis par ces utilisateurs de mobiles, puisque la plupart des portables sur le marché ont un niveau inférieur à 1w/kg [1].

7.1. UN DANGER INVISIBLE, INCOLORE, INODORE

Tout ceci devait nous inciter à réfléchir, des sujets soumis en permanence à des rayonnements provenant d'antennes d'émissions radio, d'émetteurs radar, de relais radio, téléphones, des lignes à haute tension, pourraient en effet voir leur résistance aux attaques microbiennes et virales diminuées.

Ce point paraît essentiel en matière de santé publique et les recherches conçue en termes de situation extrême telles les cancers et les leucanies ne devraient peut-être pas d'être les seules à intéresser les chercheurs.

7.2. LE CORPS HUMAIN RÉCEPTEUR RADIO INSOUPÇONNÉ

D'autres effets non thermiques et potentiellement dangereux pour la santé, existant encore.

Ainsi les phénomènes de résonnances électromagnétiques contrairement à l'effet thermique, ces phénomènes ne nécessitent que de trois faibles intensités d'énergie.

Ces résonnances peuvent engendrer des anomalies plus ou moins graves de fonctionnement de cellules nerveuses.

Le petit récepteur que chacun d'entre nous possède, fonctionne comme tout appareil récepteur radio, selon un phénomène de résonnance électromagnétique (avec une onde porteuse émise parfois à des milliers de kilomètres par l'émetteur).

L'énergie captée n'est plus mesurable et pourtant une radio la capte, la sélectionne parmi d'autres et l'amplifie [1].

Il est également démontré au cours d'une étude sur culture de cellules et des animaux de laboratoire que des densités de puissances de moins de 10 µwatt par cm^2 (1µwatt=1 millième de milliwatt) avait déjà un effet perturbateur.

Un scientifique Australien indépendant suggère que ces résonnances électromagnétiques peuvent avoir un effet promoteur du cancer.

Un chercheur Américain J. Krissh Vink du CALTECH quant à lui démontré qu'il existe dans le cerveau humain cinq millions des petits cristaux de magnétites (aimants naturels) par cm^3, ce qui correspond à environ à quatre milliards cinq cents millions de cristaux pour l'ensemble du cerveau, selon l'avis de ce savant, ces cristaux d'aimants naturel, augmentent considérablement la sensibilité du cerveau humain vis-à-vis des champs électromagnétiques ambiants.

7.3. DES ONDES QUI PERTURBENT LE MÉTABOLISME

Une autre hypothèse concerne la production de mélatonine par la glande pinéale ou épiphyse. Elle serait l'un des éléments clés de la protéine.

La science d'aujourd'hui montre effectivement que le cerveau humain est perméable à la glande pinéale (épiphyse), cette glande sécrète une hormone de structure très simple appelée mélatonine.

On sait aujourd'hui grâce à des travaux Américain que la sécrétion de la mélatonine peut être ralentie ou bloquée par des champs électromagnétiques.

Dans un document Australien de l'ACATT (association of Citizen against télécommunication Towers) daté de mars 1995, on expose la possible chute de niveau de la mélatonine, (qui est normalement augmenté la nuit).

Lors d'une exposition aux champs électromagnétiques une dose aussi faible que 0,022 µwatt par cm^2 provoquerait déjà cet effet …

La mélatonine**:** est une hormone de la régulation agissant sur des fonctions très importantes la nuit, elle élimine la noradrénaline (nous permettent d'éliminer des stress de la journée précédente et d'avoir un sommeil réparateur).

- Elle module et régule également les sécrétions des hormones sexuelles (ceci peut expliquer la stérilité des vaches et les manque d'appétits sexuels des taureaux enfermés dans les étables sous des lignes à haute tension).
- Elle possède aussi une action régulatrice sur le système immunitaire (défense de l'organisme contre les agresseurs microbiens ou viraux).
- Elle détruit les radicaux libres (facteurs antivieillissement et protecteurs du système circulatoire).
- L'effet nocebo**:** est une sorte d'effet qui fait du mal au lieu de faire du bien. (Placebo c'est le produit pharmaceutique inactif donné volontairement à un patient en remplacement du vrai médicament, afin de s'assure de l'efficacité réelle de celui-ci en dehors de toute détermination psychologique

7.4. UNE ONDE

Une onde est une modification de l'état physique d'un milieu matériel ou immatériel qui se propage à la suite d'une action locale avec une vitesse finie, déterminée par les caractéristiques des milieux traversés.

Comme la commission internationale de protection contre le rayonnement non ionisant, la pollution de l'air et de l'atmosphère « l'air et l'atmosphère est pollué par ces quatre éléments:

- Le gaz à effet de serre
- Le volcan
- Le rayonnement
- Le bruit

8. DISCUSSION

Les antennes relais seraient également impliquées dans le développement de cancers « c'est la conclusion d'une étude réalisée » Belo Horizontal, au Brésil. Dans cette ville, sur 22.543 cas 04 décès par cancer entre 1996 à 2006, un certain nombre (cancer de la prostate, du sein, du poumon, des reins et du foie) ont pu être causé par des rayonnements électromagnétiques après avoir réalisé la cartographie de près de 300 sites d'antennes relais repartis sur la ville, les chercheurs ont constaté que plus de 80% des moins de 500 m de l'une d'elles…

Une autre étude menée en Autriche entre 1997 et 2007 a conclu à une augmentation significative des cas de cancer, notamment du sein et du cerveau dans un rayon de 200m autour des antennes. Pourtant il existe une controverse scientifique, car d'autres études menées sur ce sujet n'ont démontré aucun effet sur la santé.

9. CONCLUSION

En guise de conclusion nous disons qu'il est absurde de lancer sur le marché des produits dont on étudie seulement après coups de danger potentiel. Plusieurs études montrent que les personnes qui vivent à proximité des antennes relais peuvent ressentir certains malaises La fréquence des maux de tête, des troubles de la mémoire, du sommeil, des vertiges, des tremblements et des états dépressifs était significativement plus élevée chez les personnes habitant près des antennes, par rapport au groupes témoins n'étant pas exposé.

A l'issus de notre recherche, les résultats ont révélé que : sur 25 sites des Antennes érigées dans la ville de Mbandaka, il n'y a qu'une seul implantée selon les normes de l'OMS soit 4,4% contre 96% qui n'ont pas respecté les normes d'implantation appropriée d'une Antennes. Ce qui prouve à s'diffusante que ces habitants sont exposés aux risques sanitaires à la longue.

En fait, bien que l'évolution technique revête une importance capitale pour le développement intégré d'une entité, mais il faut y penser aux aspects négatifs qui peuvent induire la population à des dangers imminents.

Cette situation de l'implantation doit interpeller la conscience des autorités urbaines en vue de prévenir la santé de la population.

REMERCIEMENTS

Les auteurs de cet article remercient tous les bienfaiteurs qui ont participé sur la recherche, à l'occurrence de: Le Ministère Provincial de la communication, de l'environnement, Conservation de la Nature et Tourisme, les Universités et Instituts Supérieurs, ainsi que les chercheurs dans ce domaine impliqués dans la réalisation de cet article.

REFERENCES

[1] STEELE COMMANGER Henry (1972); l'historien et l'histoire, paris,.
[2] TSHIMANGA WA TSHIBANGU (1976), Histoire du Zaïre, Ed ceruki, zaïre,.
[3] W.R Adey Président du Conseil National Américain de protection contre la radiation (CNPCR).
[4] Données de l'union internationale des télécommunications (2004).
[5] OMS (2000). enquête internationale sur le danger des cellulaires, Août.
[6] Verhaegen « Méthode et problème de l'histoire immédiate ». in ca cahier économique et sociaux, Lovanium, vol III, n°2, octobre 472.
[7] http://www.ge.chicoutini.q.c.calthust/cellulaire/histoire/.
[8] http://www.edv.org/cocajout/rdc/facture.doc.
[9] http://www.belgiquemobile.be/d/santé.php.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 949-955
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Les épanchements pleuraux chez l'enfant pris en charge aux urgences pédiatriques

[Pleural effusions in children treated in pediatric emergencies]

Ilham Tadmori and Moustapha Hida

Service de pédiatrie et des urgences pédiatriques, Hôpital Mère - Enfant, CHU Hassan II, Fès, Morocco

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The objective of this work is to describe the epidemiological, clinical, biological, etiological profile and the management of pleural effusions in the pediatric setting. In this retrospective study over a period of two years, we collected 30 cases of pleural effusion in the pediatric emergencies of CHU Hassan II Fez, with an incidence of 0.51% and a male predominance of 56% of cases with a sex ratio of 1.3. The average age was 7.3 years. The incidence of cases was dominated by the autumn period with a peak in October. The average consultation time was 16 days, and 40% of patients received prior antibiotic therapy. Fever was observed in 92% of cases, cough in 68%, dyspnoea in 23.3%, chest pain in 46.6%. A fluid effusion syndrome was found in 83.3% of cases. On chest X-ray, pleurisy was very large in 50% and unilateral in 84%. Pleural puncture for diagnostic and therapeutic purposes was performed in 83.3%. The etiologies were dominated by pleurisy of infectious origin (60%), followed by tuberculosis (27%) and tumour causes (6.6%). Complications were pachypleuritis in 10% and reactionary pneumothorax in 6.6%.

KEYWORDS: Pleural effusion, Child, Etiologies.

RESUME: L'Objectif de ce travail est de décrire le profil épidémiologique, clinique, biologique, étiologiques, et la prise en charge des épanchements pleuraux en milieu pédiatrique. Dans cette étude rétrospective sur une période de deux ans, nous avons colligé 30 cas d'épanchement pleural aux urgences pédiatriques de CHU Hassan II Fès, avec une incidence de 0.51% et une prédominance masculine à 56% des cas avec un sex-ratio à 1.3. La moyenne d'âge était de 7,3 ans. L'incidence des cas était dominée en période automnale avec un pic d'incidence au mois d'octobre. Le délai de consultation moyen était de 16 jours, 40% des patients ont reçu une antibiothérapie préalable. Une fièvre a été objectivée chez 92% des cas, une toux chez 68%, une dyspnée chez 23.3 %, une douleur thoracique dans 46.6%. Un syndrome d'épanchement liquidien a été retrouvé chez 83.3% des cas. A la radiographie du thorax la pleurésie était de grande abondance dans 50% et de localisation unilatérale dans 84%. La ponction pleurale à visée diagnostique et thérapeutique a été réalisée chez 83.3%. Les étiologies étaient dominées par les pleurésies d'origine infectieuse (60%) suivis de la tuberculeuse (27%) et des causes tumorales (6.6%). Les complications étaient une pachypleurite chez 10% et un pneumothorax réactionnel chez 6.6 %.

MOTS-CLEFS: Epanchement pleural; Enfant; Etiologies.

1 INTRODUCTION

Les épanchements pleuraux sont plus rares chez l'enfant que chez l'adulte. Elles sont définies par la présence, dans l'espace pleural d'une quantité anormale de liquide qui selon sa composition chimique est rangée dans le groupe des transsudats ou des exsudats [1], [2], [3], [4]. Chez l'enfant, ils n'ont presque jamais une allure primitive et sont trop souvent méconnus [5]. L'approche diagnostique repose en premier lieu sur l'anamnèse et l'examen clinique complété par un bilan biologique sanguin, une radiographie thoracique une analyse du liquide pleural, éventuellement associée à une biopsie pleurale. Le but de ce travail est de décrire le profil épidémiologique, clinique para clinique, étiologique, thérapeutique et évolutif de l'épanchement pleural aux urgences pédiatriques aux CHU Hassan II Fès, afin d'améliorer à travers une approche critique notre démarche face à cette pathologie.

Corresponding Author: Ilham Tadmori

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

Il s'agit d'une étude rétrospective portant sur les cas des épanchements pleuraux admis aux urgences pédiatriques du CHU Hassan II de Fès, sur une période de deux ans allant du 1er Janvier 2018 au 31 Décembre 2019. Les données ont été recueillies chez tous ces patients à partir des dossiers médicaux informatisés. Les patients inclus, sont tous des enfants dont l'âge est inférieur à 15ans et ayant présenté un épanchement pleural liquidien à l'examen clinique et/ou à la radiographie thoracique standard. Les informations ont été collectées à l'aide d'une fiche d'exploitation préétablie. La saisie des données a été faite automatiquement sur le logiciel Excel. Les paramètres étudiés sont d'ordre anamnestique, clinique, radiologique, biologique, thérapeutique et évolutif. La saisie des textes et des tableaux a été faite sur le logiciel Word XP.

3 RÉSULTATS

L'étude est portée sur 30 cas de pleurésie sur une période de deux ans, avec une incidence de 15 cas par an et une fréquence de 10% des enfants admis aux urgences pédiatriques pour pathologies respiratoires. L'âge moyen dans notre série était de 7.3 ans avec des extrêmes allant de 23 mois à15 ans. Les enfants de 1 à 2 ans étaient les plus touchés (Tableau I). Dans notre étude on note une légère prédominance masculine à 56% avec un sex-ratio à 1.3. L'incidence des cas était dominée en période automnale avec un pic d'incidence au mois d'octobre à 20%. Pour les antécédents, tous les enfants étaient vaccinés ou en cours de vaccination selon le programme national de vaccination. Une antibiothérapie avait été prise chez 40% des patients avant leur admission aux urgences pédiatriques. La notion de contage tuberculeux récent dans leurs familles chez 20% des malades, avec les chiens dans un cas et le syndrome de pénétration a été rapportée dans un cas. Aucune notion de prise d'ibuprofène n'a été signalée chez les enfants de cette étude. Le délai de consultation moyen était de 16 jours avec des extrêmes de deux jours et quatre mois. Le motif de consultation le plus enregistré était la fièvre et la toux (Tableau I). La fièvre était en moyenne de 38.2°C (les valeurs extrêmes étaient 38.5 à 40°C). Une fièvre supérieure ou égale à 39°C à l'admission a été retrouvée chez 46.6% des patients. L'état général chez les patients était altéré chez 33,3%. Le syndrome d'épanchement liquidien a été retrouvé chez 83% des cas (Tableau I). La radiographie thoracique a été réalisée chez tous les patients, avait objectivé, une image de pleurésie de grande dans 46,6% des cas avec refoulement du médiastin (Figure 1 et 2), un caractère unilatéral chez 86.6%, une pleurésie enkystée chez 17% des cas et un hydro-pneumothorax dans deux cas. L'échographie thoracique a été faite, chez 93.3% des patients, en complément de la radiographie standard et pour repérage avant la ponction pleurale. Elle a montré que 30% des épanchements sont cloisonnés avec la présence de travées finement échogènes. La tomodensitométrie, demandée chez 40% de nos patients, avait objectivé une atteinte parenchymateuse pulmonaire d'allure infectieuse associée à une pleurésie chez dix cas, un épanchement pleural de grande abondance avec quelques adénopathies médiastinales homolatérales d'origine infectieuse dans huit cas. Elle a objectivé un épaississement pleural associé à des adénopathies médiastinales d'origine tumorale très probable avec pleurésie bilatéral de grande abondance englobant la veine cave inférieur chez un enfant. Une péricardite associée à la pleurésie a été trouvée dans deux cas, une pleurésie sur un corps étranger dans un cas et une malformation adénomatoïde kystique congénitale du poumon surinfecté dans un cas (Figure 3). La ponction pleurale avait objectivé un liquide jaune citrin chez 59%, purulent chez 28%, hématique dans 10% et chyleux dans 3% des cas. L'étude de liquide pleural a montré un exsudat chez 22 enfants (88%). L'étude cytologique du liquide pleural a montré dans la majorité des cas une augmentation du nombre des globules blancs avec prédominance polynucléaire dans 61% des cas et lymphocytaire dans 33% des cas. L'étude bactériologique était positive dans six prélèvements soit 20%. Les germes isolés étaient, le Streptococcus pneumoniae dans trois cas, le Staphylococcus aureus dans deux cas et un cas d'Escherichia coli. L'étude histologique a été réalisée dans dix cas (33.3%) et a confirmé le diagnostic de tuberculose pleurale dans cinq cas. La numération formule sanguine (NFS) a été réalisée chez tous nos patients, elle avait objectivé un taux de globules blanches entre 4500 et 27000 avec une moyenne de 6900 et une hyperleucocytose à prédominance polynucléaire à 66.6%. La protéine C réactive (CRP) a été réalisée chez tous les patients, ses valeurs variaient entre 2 et 380mg/l. La CRP était inférieure à 10mg/l chez 33,3% des cas. La biopsie pleurale a été réalisé chez 12 enfants soit 40%. Sur les 30 cas, les étiologies de la pleurésie étaient une pleurésie d'origine infectieuse chez 60% (18 cas) dont un enfant avait un corps étranger. Une pleurésie d'origine tuberculeuse chez 27% (08 cas). Une hémopathie maligne dans deux cas (un cas de lymphome lymphoblastique T et un cas de leucémie aigüe type T), un kyste hydatique du foie rompu dans la plèvre et le chylothorax d'origine congénital dans un cas chacun. La prise en charge a été basée sur le traitement étiologique. Une antibiothérapie a été prescrite chez 25 patients soit 83,3% (Tableau I), le traitement anti-bacillaire selon le schéma 2RHZ/4RH chez 27% des cas et la chimiothérapie a été démarrée chez les deux cas d'hémopathies malignes. Le drainage thoracique a été réalisé chez 13 patients soit 43.3%. La thoracotomie a été réalisée, chez trois patients, dont deux patients après échec de drainage et un patient en première intention pour une pleurésie cloisonnée. La kinésithérapie respiratoire a été prescrite chez 15 patients. L'évolution globale a été favorable immédiate dans tous les cas malgré l'absence de données du suivi à long terme. Les complications notées étaient la pachypleurite chez 10% des cas et le pneumothorax chez 6.6% des cas.

Tableau 1. Les caractéristiques épidémiologiques, cliniques, paracliniques, étiologiques et thérapeutiques des enfants ayant une pleurésie

	Effectif	Pourcentage
Age:		
• 1 à 2 ans	16	52,33%
• 2 à 5 ans	09	30%
• 5 à 15ans	05	17%
Sex-ratio:	1,3	
• Garçon	17	56%
• Fille	13	44%
Motif de consultation:		
Signes généraux		
• Fièvre	27	90%
• Altération de l'état général	10	33%
• Sueurs nocturne	06	20%
Signes respiratoires	09	30%
• Toux productive	10	33%
• Toux sèche	14	46,6%
• Douleur thoracique	07	23,3%
• Dyspnée	04	13,33%
Signes digestifs	07	23,33%
• Diarrhées		
• Douleurs abdominales		
Examen clinique:		
• Syndrome d'épanchement	25	83,33%
• Syndrome de condensation	05	16,67%
• Syndrome cave supérieur	01	3,33%
• Frottement péricardique	02	6,66%
• assourdissement des bruits du cœur	02	6,66%
• Hépatomégalie	03	10%
• Splénomégalie	01	3,33%
• Adénopathies	03	10%
Examens complémentaires		
• Radiographie thorax	30	100%
• Echographie thoracique	28	93,3%
• TDM thoracique	12	40%
• Ponction pleurale	25	83,33%
• Biopsie pleurale	12	40%
Les étiologies		
• Infectieux	18	60%
• TB pleurale	08	27%
• Hémopathies malignes	02	6,66%
• Kyste hydatique du foie rompu dans la plèvre	01	3,33%
• Chylothorax	01	3,33%
ATB:	25	
• Amoxicilline acide clavulanique.	04	16%
• C3G	08	32%
• Amoxicilline acide clavulanique+ gentamycine.	06	24%
• C3G+ gentamycine.	03	12%
• Amoxiciline acide clavulanique + macrolide	03	12%
• Ceftriaxone + vancomycie	01	04%
Drainage thoracique:	13	43,33%
Thoracotomie:	03	10%
kinésithérapie respiratoire:	15	50%

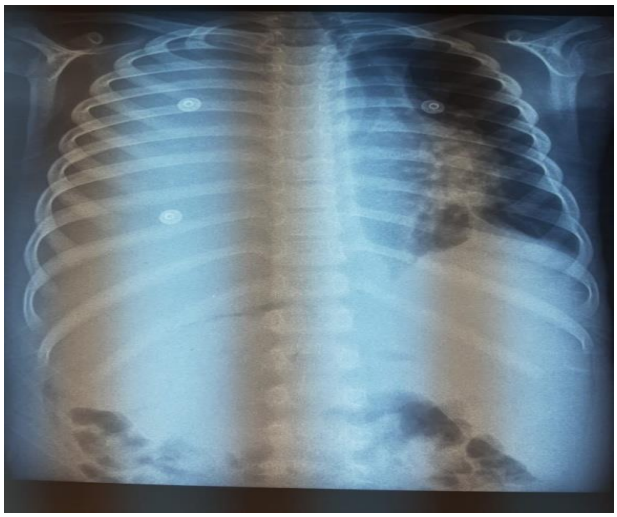


Fig. 1. Image de pleurésie de grande abondance avec refoulement du médiastin

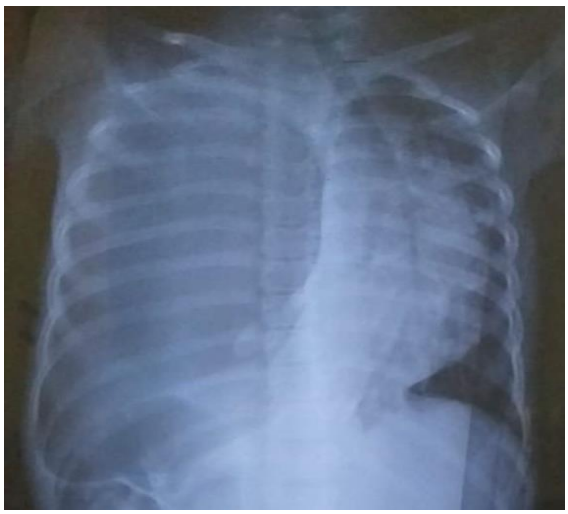


Fig. 2. Image d'hydro-pneumothorax de grande abondance refoulant le médiastin

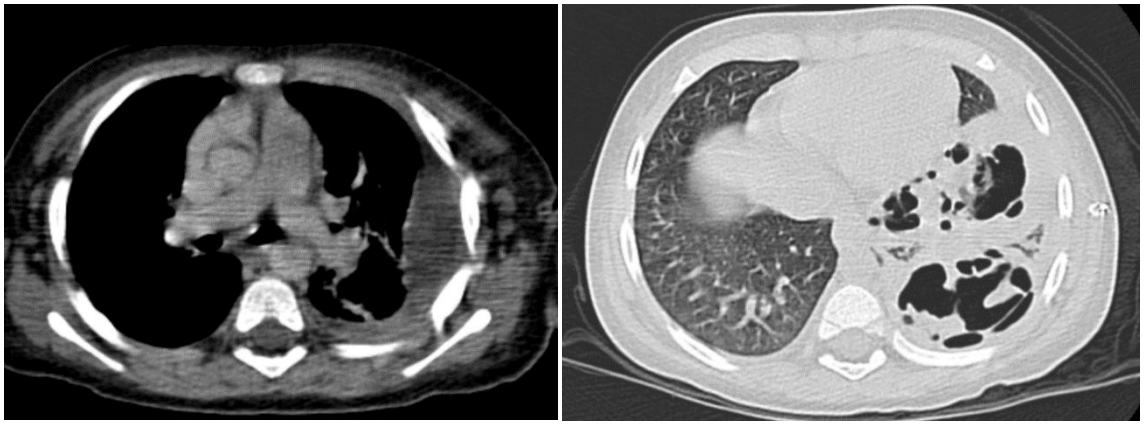


Fig. 3. Coupes scanographiques (fenêtre parenchymateuse et osseuse) montrant une image de pleurésie de grande abondance avec une malformation adénoïde kystique

4 DISCUSSION

L'incidence hospitalière des épanchements pleuraux chez l'enfant a une tendance à la hausse ces dernières années dans certaines études dans les pays en développement et dans ceux développés [6]. Dans la littérature, l'incidence de la pleurésie purulente est en constante augmentation dans les pays du Nord et du Sud [7], [8], [9], [10]. L'étiologie le plus souvent infectieuse, compliquant des pneumonies dans 50 à 70% de cas, les épanchements pleuraux chez l'enfant revêtent certains caractères particuliers qui influencent leur prise en charge [11], [12]. La fréquence de la pleurésie dans cette étude était de 10%, les résultats retrouvés dans la littérature étaient de 4,5% selon Mavuta et al. [13] et de 7% selon Gomez- [14].

Dans cette série, on a noté une légère prédominance des enfants de sexe masculin (56%) et des nourrissons (52%). La prédominance masculine est rapportée par de nombreux auteurs avec un sex-ratio variant de 1,2 à 2,4 [15], [16], [17]. Cependant d'autres auteurs avaient noté que cette pathologie n'était pas liée au sexe [18], [19], [20]. Dans notre étude, comme dans celles de Koueta [21] et de Mavuta et al. [13] sur les pleurésies de l'enfant, les nourrissons étaient les plus affectés par les épanchements pleuraux.

La moyenne d'âge trouvée dans notre série de 7.3 ans est très élevée par rapport à ce qui a été rapportée par plusieurs auteurs [3], [13], [21], [22].

L'influence saisonnière retrouvée dans notre étude a aussi été signalée dans la littérature. Dans l'étude de kouéta [21] la recrudescence se passe pendant la période froide. Par contre dans des études indiennes le nombre important de cas est rapporté en période chaude et humide de Juillet, Aout et Septembre [23], [24]. Dans notre étude la recrudescence des cas se passe essentiellement en période automnale. Cette différence de saisonnalité peut-elle être due à une différence d'écosystème bactérien ?

Les signes cliniques chez les enfants de cette série étaient similaires aux résultats rapportés dans la littérature [3], [25]. Les signes de la pleurésie sont semblables à ceux de la pneumopathie : fièvre (71 à 100 % des malades), toux (65 à 100 %), douleur thoracique (40 à 65 %), dyspnée (33 à 100 %), altération de l'état général (un tiers des cas) [25]. Le délai moyen entre les symptômes et l'admission était de 13 jours dans notre série. Elle est nettement supérieure à ce qui est rapporté par Kyrie et Elizabeth 9 jours et 7 jours en moyenne respectivement [26], [27]. Ce long délai bien que variable est retrouvé par la plupart des auteurs africains [6], [21].

Dans notre série, la radiographie thoracique (100% des cas) avait objectivé une image de pleurésie de grande ou de moyenne abondance dans 93% des cas et le caractère unilatéral chez 86.6%. La pleurésie était enkystée chez 17% des cas et une image d'hydro-pneumothorax dans 6,66%. L'échographie thoracique, avait montré que 30% des épanchements sont cloisonnés. La tomodensitométrie (40% des patients), avait objectivé une atteinte parenchymateuse pulmonaire d'allure infectieuse associée à une pleurésie chez 30%cas, un épanchement pleural de grande abondance avec quelques adénopathies médiastinales homolatérales d'origine infectieuse dans 26,66% des cas. Un épaississement pleural associé à des adénopathies médiastinales d'origine tumorale très probable avec pleurésie bilatéral de grande abondance englobant la veine cave inférieur chez un enfant. Une péricardite associée à la pleurésie dans deux cas, une pleurésie sur un corps étranger dans un cas et une malformation adénomatoïde kystique congénitale du poumon surinfecté dans un cas. Ces résultats sont concordants avec ceux rapporté par la littérature [3], [4].

Dans notre étude, l'identification du germe n'a été contributive que dans 20% des cas, le pneumocoque était le germe le plus retrouvé. Dans la littérature Mavuta et al [13], Gomez-Go [14], Baranwal [28] et Hessissen [29] avaient rapporté que le staphylocoque causait respectivement 31%, 15%, 62% et 88% des pleurésies purulentes.

Les épanchements pleuraux sont souvent des séquelles de pneumonies apparaissant surtout en cas de leur prise en charge inappropriée ou/et en cas de faible réponse contre les agents infectieux. Néanmoins, certaines causes non infectieuses, tels les lymphomes, les lymphangiomes, les problèmes rénaux, les traumatismes, les insuffisances cardiaques, le chylothorax qui peut être congénital ou acquis, peuvent conduire à des collections pleurales, la tuberculeuse est une des causes de l'épanchement pleural [3], [4], [14], [30].

Les étiologies rapportées dans notre étude, étaient les pleurésies d'origine infectieuse chez 60% dont un enfant avait un corps étranger. Une pleurésie d'origine tuberculeuse chez 27%. Une hémopathie maligne dans 6,66% des cas, un kyste hydatique du foie rompu et le chylothorax congénital dans 3,33% chacun. Ces résultats rejoignent ceux rapporté dans la littérature.

Dans la plupart des cas la prise en charge d'épanchement pleural, implique un traitement étiologique, l'antibiothérapie était la mesure la plus fréquente effectuée. La chirurgie représentait un pourcentage plus faible du traitement par rapport à l'antibiothérapie et au drainage [3]. Dans certains cas d'épanchement d'origine infectieuse avec ou sans complication d'empyème, l'approche de choix consiste à envisager une antibiothérapie en association avec un drainage thoracique avec ou sans instillation d'agents fibrinolytiques. Cependant, dans certains cas rares, des interventions chirurgicales peuvent être indiquées [4].

Dans cette étude, 25 patients ont reçu une antibiothérapie, le traitement anti-bacillaire (27% des cas) et les deux cas d'hémopathies malignes ont été traités par la chimiothérapie. Le drainage thoracique a été réalisé chez 43.3% des enfants. La thoracotomie a été réalisée chez 10% des patients, ce qui est concordant avec la série de Kargar et al [3]. Bien que la prévalence de l'épanchement pleural soit élevée chez les enfants, son taux de mortalité est faible [31], [32]. Sur les 30 cas de pleurésies de notre étude, les complications étaient une pachypleurite chez 10% des cas contre 6% dans l'étude de Rada [25].

5 CONCLUSION

L'incidence de la pleurésie est en augmentation dans les différentes séries de la littérature, c'est une cause non négligeable de morbidité en pédiatrie. Les étiologies sont le plus souvent infectieuses. Il est donc très important de se concentrer sur les causes infectieuses de l'épanchement. La biopsie pleurale s'est avérée être un examen très utile pour le diagnostic étiologique en cas de pleurésie tuberculeux et tumorale. Les pleurésies restent l'une des affections pédiatriques pour lesquelles l'attitude thérapeutique comporte trois volets: le drainage thoracique, la kinésithérapie respiratoire et le traitement étiologique.

REFERENCES

[1] J. Hervé, B. Renaud. Pleurésie. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Médecine d'urgence 2009; 25-020-C-60: 1-10.

[2] Astoul P. Démarche diagnostique et thérapeutique devant une pleurésie. EMC (Elsevier, Paris), Traité de médecine Akos 2008; 6-0685: 1-10. GERBEAUX J.

[3] Mohammad Hassan Kargar Maher1, Mahni Rahkar Farshi2, Nemat Bilan1, Mehran Jalilzadeh-Binazar3, Amir Teimouri-Dereshki3, *Babak Abdinia1 Evaluation and Outcomes of Pediatric Pleural Effusions in Over 10 Years in Northwest, Iran International Journal of Pediatrics (Supplement 4), Vol.2, N.3-2, Serial No.8, August 2014.

[4] Shahla Afsharpaiman, Morteza Izadi, Reza Ajudani, Mohammad Hossein Khosravi, Pleural Effusion in Children: A Review Article and Literature Review International Journal of Medical Reviews, Volume 3, Issue 1, Winter 2016; 365-370.

[5] J.Gerbeaux. Pleurésies. Pneumologie pédiatrique Flammarion 1982 p 1584-1595.

[6] M. J. Alao, G. G. Sagbo, A. A. Diakité, and B. Ayivi. Pleurésie chez l'enfant au centre national hospitalier et universitaire de Cotonou: aspect épidémiologiques, cliniques, paracliniques, paracliniques et thérapeutiques. Mali Méd 2010; 25: 47-51.

[7] Carrie L, Kent K, Andrew P, et al. Impact of pneumo-coccal conjugate vaccine on pneumococcal para-pneumonic empyema. Pediatr Infect Dis J 2006; 25: 250-254.

[8] Michelle M, Kristin A, Bruce Edmonson M. Treatement trends and outcomes in US hospital stays of children with empyema. Pediatr Infect Dis J 2014; 33: 431-436.

[9] Roxburgh CSD, Youngson GG, Townend JA, Turner SW. Trends in pneumonia and empyema in Scottish children in the past 25 years. Arch Dis Child 2008; 93: 316-318.

[10] Dass R, Deka NM, Barman H, Duwarah SG, Khyriem AB, Saikia MK, et al. Empyema Thoracis: Analysis of 150 Cases from a Tertiary Care Centre in North East India. Indian J Pediatr 2011; 78 (11): 1371-1377.

[11] Ferrer A, Osset J, Alegre J, et al. Prospective clinical and microbiological study of pleural effusions. Eur J Clin Microbiol Infect Dis 1999; 18: 237-241.

[12] Hamm H, Light RW. Parapneumonic effusion and empyema. Eur Resp J 1997; 10: 1150-1156.

[13] Carrel Z. Mavuta 1, Claudine K. Samba 2, Joëlle M. Mabaga 1, Olivier Mukuku 2, Stanislas O. Wembonyama 1, Oscar N. Luboya 1,2 Épanchements pleuraux chez l'enfant à Lubumbashi, République Démocratique du Congo. Revue de l'Infirmier Congolais. 2018; 2: 11-16.

[14] Gomez-Go GD, Gonzales M, Ong-Lim A. Clinical profile and outcome of children with parapneumonic effusion. Pediatric Infectious Disease Society of the Philippines Journal 2012; 13 (1): 15-28.

[15] Schultz KD, Fan LL, Pinsky J, Ochoa L, O'Brian Smith E, Kaplan SL, Brandt ML. Chez l'enfant, il n'y a pas de consensus dans la prise en charge des pleurésies purulentes. Pediatrics 2004; 113: 1735-40.

[16] S. Alkrinawi and V. Chernick, Pleural fluid in hospitalized pediatric patients, Clin Pediatr (Phila), 35 (1996), 5–9.

[17] D. Y. Atakouma, A. K. Tatagan, A. D. Agbere, B. Katchalla- Moustapha, A. Gbadoe, E. Agbobli, et al., Aspects cliniques, thérapeutiques et évolutifs de la staphylococcie pleuropulmonaire du nourrisson au CHU de Lomé-Tokoin (Togo), Med Afr Noire, 42 (1995), 260–266.

[18] Noppen M. Spontaneous pneumothorax: epidemio-logy, pathophysiology and cause. European Respiratory Review 2010; 19 (117): 217–219.

[19] Izadi M, Ajudani R, Khosravi MH. Pleural Effusion in Children: A Review Article and Literature Review. International Journal of Medical Reviews 2016; 3 (1): 365-370.

[20] Dixit R, Agarwal KC, Gokhroo A, Patil CB, Meena M, Shah NS, Arora P. Diagnosis and management options in malignant pleural effusions. Lung India: official organ of Indian Chest Society 2017; 34 (2): 160.

[21] Koueta F, Ouedraogo SO, Ouedraogo G, Ngardjibem D, Dao L, Napon AM, Ye D. Pleurésie chez l'enfant: aspects épidémiologiques, cliniques, paracliniques, thérapeutiques et évolutifs au Centre Hospitalier Universitaire pédiatrique Charles de Gaulle de Ouagadougou (Burkina Faso). Clinics in Mother and Child Health 2011; 8: 16-21.

[22] Joon-Ho L, So HK, Jina L, Eun HC, Hoan JL. Diagnosis of pneumococcal empyema using immune-chromatographic test on pleural fluid and serotype distribution in Korean children. Diagn Microbiol Infect Dis 2012; 72: 119–124.

[23] Roxanne E, Anita C, Gwendolyn L, Tanya G et Al. Bac-terial Causes of Empyema in Children, Australia, 2007–2009. Emerg Infect Dis 2011 Oct; 17 (10): 1839-1845.

[24] Rashna D et Al. Empyema Thoracis: Analysis of 150 Cases from a Tertiary Care Centre in North East India. Indian J Pediatr 2011 Nov; 78 (11): 1371–1377.

[25] N. Rada, L. Adarmouch, M. Bouskraoui. Service de Pédiatrie A, Hôpital mère enfant, CHU Mohammed VI, Marrakech La pleurésie purulente en pédiatrie: résultats d'une étude multicentrique rétrospective des services de pédiatries des CHU Casablanca, Fès, Marrakech, Oujda, Rabat et l'hôpital militaire de Rabat 3ème Congrès. National SOMIPEV Marrakech, du 27, 28 et 29 Mars 2015.
[26] O'Brien KL, Walter MI, Sellman J, et al. Severe pneumococcal pneumonia in previously healthy children: the role of preceding influenza infection. Clin Infect Dis 2000; 30: 784–9.
[27] Kyrie L, Tim W, Charles R. Impact of an Evidence-Based Algorithm on Quality of Care in Pediatric Parap-neumonic Effusion and Empyema. Pediatr Pulmonol 2011; 46: 722–728.
[28] Baranwal AK, Singh M, Marwaha RK, Kumar L. Empyema thoracis: a 10-year comparative review of hospitalized children from south Asia. Arch Dis Child 2003; 88: 1009-1014.
[29] Hessissen L, Benjelloun B, Mahraoui C, El-Hassani A, Jorio Benkhrabia M. Les pleurésies de l'enfant. Med Maghreb 2000; 82: 5-10.
[30] Saleem AF, Shaikh AS, Khan RS, Khan F, Faruque AV, Khan MA M. Empyema thoracis in children: clinical presentation, management and complications. JCPSP: Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan 2014; 24 (8): 573.
[31] Eastham KM, Freeman R, Kearns AM, Eltringham G, Clark J, Leeming J, et al. Clinical features, aetiology and outcome of empyema in children in the north east of England. Thorax 2004; 59 (6): 522-25.
[32] Byington CL, Korgenski K, Daly J, Ampofo K, Pavia A, Mason EO. Impact of the pneumococcal conjugate vaccine on pneumococcal parapneumonic empyema. Pediatr Infect Dis J 2006; 25 (3): 250-54.