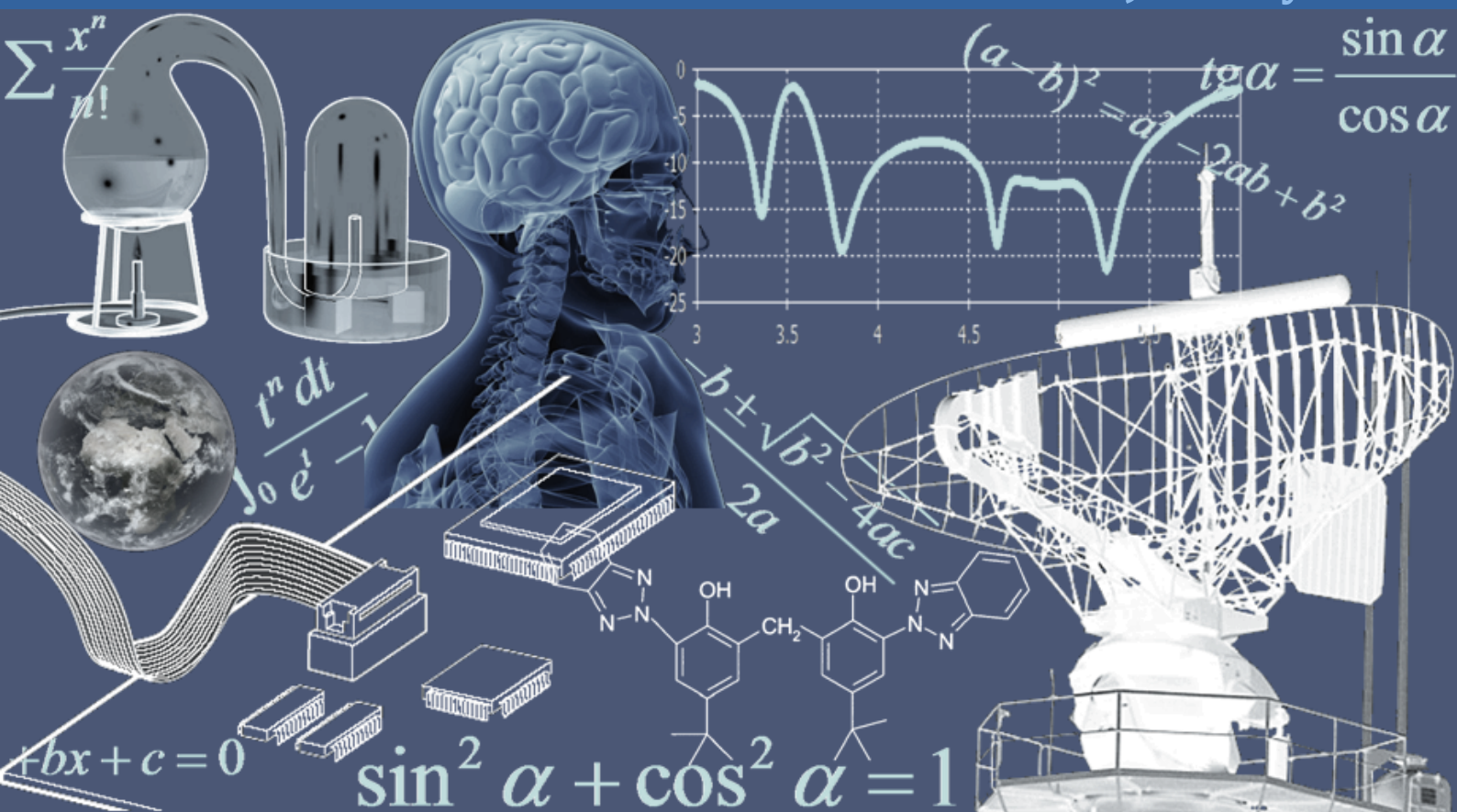


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 38 N. 3 January 2023



International Peer Reviewed Monthly Journal



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 Pharmaceuticals, 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 Kavroudakakis, 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

Análisis de la afectación del presupuesto del Estado Ecuatoriano por la pandemia del Covid-19 durante el periodo Enero a Diciembre del 2020	512-523
<i><u>Lisette Gabriela Salazar Ronquillo Ronquillo, Estela Judith Romero Rodriguez, Guilmer Eduardo Villa Sinche, and Álvaro Manuel Salazar Ronquillo</u></i>	
Interleukin-17 and the COVID-19 cytokine storm: Cases reports	524-528
<i><u>Asmaa Drissi Bourhanbour, Wissal Aissaoui, Jalila Elbakkouri, Chafik Elkettani, Lahoucine Barrou, Mohamed Benghanem Gharbi, and Moulay Hicham Afif</u></i>	
Nouvelle application Android pour le télé-monitoring en temps réel des paramètres biologiques d'état de cicatrisation d'une peau humaine brûlée au deuxième degré	529-538
<i><u>Habiba Habiba, Jean Mbihi, and Romuald Nzuku</u></i>	
Private media tested by political powers in Africa: Case of Togo (2020-2022)]	539-548
<i><u>Assindah Magnetine</u></i>	
Dynamique entrepreneuriale des jeunes dans un contexte de la décentralisation et de la gouvernance locale au Bénin	549-556
<i><u>Blaise A. Oussou and Cyriaque S. Ahodekon</u></i>	
Psychological preparation of INJEPS students for exams: Uses and meaning	557-568
<i><u>Adolphe AHONNON, Teba Sourou Corneille, Jules Marie Gandagbe, Kolawolé Romuald Fachessi, and Koffi Pierrot Edoh</u></i>	
Phytodiversité ligneuse et état de conservation des forêts sacrées dans le Moyen-Chari et le Mandoul au sud du Tchad	569-583
<i><u>Goy SARADOUM, Mbatal TINGANE, Ibrahima ADAMOU, and Guinguindibaye MADJIMBE</u></i>	
Germination sexuée de <i>Leptadenia hastata</i> (Pers.) Decne., (Asclépiadaceae) : Une liane comestible au Niger	584-591
<i><u>Halimatou Boubacar and Alzouma Mayaki Zoubeirou</u></i>	
Tectono-sedimentary evolution of the Termit basin (SE Niger)	592-604
<i><u>Leyla Boubacar Hamidou, Mohamed Atmane Abdourahim, Aboulwahid Sani, Habsatou Ousmane, and Moussa Konaté</u></i>	
Caractérisation de la production fruitière de <i>Piliostigma Reticulatum</i> par types de sols et par types d'utilisation des terres à Yilou, Zone Nord-Soudanienne du Burkina Faso	605-615
<i><u>Jean Paul Bazongo, Madjelia Cangré Ehou Dao, Der Some, and Edmond Hien</u></i>	
Farmers' knowledge on Moringa leaves pests control in Burkina Faso	616-625
<i><u>Kabré Salifou, Dao Madjelia Cangré Ehou, and Ouédraogo Lassané</u></i>	
Pentalogy of Cantrell: About a case report at the General Reference Hospital of Panzi	626-628
<i><u>Mwilo Mambo, Alumeti Munyali Désiré, Luhiriri Mwinja Néné, Kanku Tudiakwile Leonard, Bugashane Bwamihigo Elie, Furaha Bidorho, Tumsifu Manegabe, Mulindwa John Peter, Kitoga Muke Joachim, Heri Bulambo Nicolas, Mudahama Neema Francis, and Birindwa Muhandule Archippe</u></i>	
Utilisation des services publics de santé à Yamoussoukro (Côte d'Ivoire): Analyse des déterminants du recours aux soins de la population infanto-juvénile (0 à 14 ans)	629-636
<i><u>Kouamé Armand Kouassi</u></i>	
Identification des aquifères de fracture en milieu cristallophyllien: Contribution de la méthode de résistivité électrique (Bouna, Nord-Est de la Côte d'Ivoire)	637-648
<i><u>Djroh Simon Pierre, Ouattara Yacouba, Soro Donissongou Dimitri, Kouamelan Kouamelan Serge, N'Zi Kouamé Ange Aristide, Gnoleha Serge Pacome Dégine, and Kouamé Loukou Nicolas</u></i>	
Impacts des activités agricoles sur les revenus ménagers du territoire de Seke-Banza	649-655
<i><u>Mavungu Willy Jack Mvumbi and Mvumbi Sylvain Mavinga</u></i>	
Combination of psychomotricity and behavioral approaches especially Applied Behavior Analysis (ABA)	656-681
<i><u>Kawtar Charaf-Eddine, Othmane Boutchich, Redouane Oumoulyte, Ouafae Moumen, Alexandra Lecestre, and Ghizlane Benjelloun</u></i>	
Etude de la variabilité génétique de 19 accessions de voandzou « <i>Vigna subterranea</i> (L.) Verdcourt » de l'extrême et du centre Est du Niger	682-694
<i><u>Abdou Zakary Yaou Ibrahim, Alhassane Agali, Idi Saidou Sani, and Harouna Issa Amadou</u></i>	

Comparative study between the topographic method (classical) and photogrammetric method (by drone) for the monitoring and data acquisition of mining works: Case of the SOMAÏR uranium mine (Arlit, North Niger)	695-709
<i><u>Ibrahim Elhadji Daou, Souley Harouna, Sanda Chékaraou Mahamane Moustapha, Abdourazakou Maman Hassan, Ali Hamani Amadou, and Bintou Mandata Zabre</u></i>	
Un financement basé sur la performance influence-t-il réellement l'utilisation des services de santé de première ligne en milieu rural africain ?	710-718
<i><u>Hermès Karemere, Patient Batasema Kahora, Jean Ahana, and Johanna Karemere</u></i>	
Relative abundance of smoked fishes and the diversity of pests associated with their deterioration during storage	719-730
<i><u>Peyieno Martial Judicaël, Tekou Ngunte Hervé, Yantcho Tahon Laurent Franz, Tamgno Béranger Raoul, Leng Marlyse Solange, and Tchoumbougnang François</u></i>	
Valorisation et étude de l'activité antifongique et antioxydante d'extraits de trois bois durables de la Côte d'Ivoire	731-740
<i><u>D. Thomas, N. B. Florence, A. Félix, B. B. Appolinaire, N. J. C. Yao, D. K. René, A. N. Armand, Kouabenan Abo, T. Fabrice, A. A. Augustin, and A. Nadine</u></i>	
Caractérisation des procédés traditionnels et niveau d'appréciation de la sauce « Tchonron » consommée par le peuple Senoufo du Nord de la Côte d'Ivoire	741-754
<i><u>Diallo Djeneba Baba Tapily, M. Yao Konan, and Koné Fankroma Martial Thierry</u></i>	
Perceptions des Résidents du Quartier Mitendi sur le Rôle de l'arbre dans l'Environnement Péri-urbain de Kinshasa, République Démocratique du Congo	755-764
<i><u>Michel Ndengoli Momangi, Alain Kazadi Batubenga, Noël Kalonji Kabemba, Rebecca Mitsiabu Mudiayi, Sandrine Pungi Phambu, Daniel Mongobo Mazimo, and Hugo Masio Elenga</u></i>	
Face au phénomène de « Shillingisation » de l'économie dans l'ITURI: Quelle intégration pour la République Démocratique du Congo (RDC) dans une éventuelle Zone de Libre-échange ?	765-769
<i><u>Ngongo Malubungi Gilbert</u></i>	
Formulation et caractérisation physico-chimique de biofilms d'emballage à matrice d'amidon renforcée de fibres végétales	770-778
<i><u>Hermann J. Yandjou, Patrice Boni, Chakirou A. Toukourou, and Valentin D. Wotto</u></i>	

Análisis de la afectación del presupuesto del Estado Ecuatoriano por la pandemia del Covid-19 durante el periodo Enero a Diciembre del 2020

[Analysis of the affectation of the Ecuadorian State budget by the Covid-19 pandemic during the period January to December 2020]

Lisette Gabriela Salazar Ronquillo¹, Estela Judith Romero Rodríguez², Guilmer Eduardo Villa Sinche³, and Álvaro Manuel Salazar Ronquillo⁴

¹Gestor de OEC, Instituto Superior Tecnológico «Juan Bautista Aguirre», Magister en Tecnología e Innovación Pedagógica, Daule, Ecuador

²Docente Investigador, Instituto Superior Tecnológico «Juan Bautista Aguirre», Ingeniera Comercial, Daule, Ecuador

³Abogado del Departamento de Defensa Institucional De la «Policía Nacional del Ecuador» Abogado, Ecuador

⁴Docente Investigador, Instituto Superior Tecnológico «Juan Bautista Aguirre» Economista, Daule, Ecuador

Copyright © 2023 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 coronavirus crisis implies an unprecedented challenge for the present and future peace of Ecuadorians. The social and macroeconomic effect remains, leaving a strong gap, which aggravates the challenges facing the country, with a view to achieving inclusive and sustainable development. Faced with these situations, it is important to articulate a response to the crisis through ambitious and effective public policies that allow alleviating its effect, both in the initial stage of resistance and in the subsequent stages of reactivation and recovery.

In this environment, the capacity to finance public policies is reduced in the country, due to the previous conditions of exhaustion in which the territory was with respect to points such as low productivity, persistent social vulnerability, or institutional weaknesses, and also due to the very effect that the crisis is having on public accounts and on financial conditions in general. This work is organized in 3 sections. First, the financing needs generated by the crisis are shown. Secondly, the different measures and possibilities that continue to be adopted and could be adopted in the immediate environment to finance the response to the crisis and overcome the liquidity pressures that the territory may face are analyzed. Thirdly, several surfaces for meditation and reform are proposed on which a more sustainable development financing model for the future could be based.

KEYWORDS: bank, Covid-19, Ecuador, finances, money.

1 INTRODUCCIÓN

La presente investigación, pretende dar a conocer sobre la crisis económica provocada por la pandemia del COVID-19 podría llevar a la mayor contracción de la economía ecuatoriana en su historia, con una caída del PIB (Producto Interno Bruto) de entre un 7.3% y un 9.6%, según las estimaciones el Banco Central de Ecuador, o una contracción del 10.9% según el FMI (Fondo Monetario Internacional) (Banco Central de Ecuador, 2020a; FMI, 2020).

Uno de los principales efectos negativos que podría dejar la crisis tiene que ver con la erosión de las cuentas públicas. Por el lado de los ingresos, la contracción económica para el año 2020 viene asociada con una reducción de la recaudación

tributaria, así como con un fuerte decrecimiento de los ingresos petroleros, debidos tanto a la caída de los precios de crudo ecuatoriano en el mercado internacional, como a la caída de la producción de petróleo frente a la suspensión de sistemas de transporte de crudo y derivados, y a la menor demanda externa [2].

Adicionalmente, los Presupuestos Generales también contemplan, entre otros, ingresos por la venta de algunos activos públicos que no se han podido materializar en el contexto de la crisis. Por el lado del gasto, las medidas que se están adoptando para dar respuesta a la emergencia provocada por la crisis, tanto desde el punto de vista sanitario como para mitigar el impacto socioeconómico, exigen una movilización importante de recursos financieros. Ante estas circunstancias, es inevitable que se produzca un fuerte impacto sobre el balance fiscal.

De esta manera, la tendencia de consolidación que se había observado desde 2016, con reducciones sucesivas del déficit público, se vería revertida en 2020, año en que se estima que el déficit podría alcanzar un 7.5% (FMI, 2020b), frente a un 3.2% previsto en los Presupuestos Generales antes del impacto de la pandemia (MEF, 2020a) (Ministerio de economía y Finanzas). La evolución del balance primario (es decir, el balance fiscal sin tener en cuenta el pago de intereses de la deuda pública) permite ver que un factor importante en los desequilibrios fiscales hasta 2020 tenía que ver precisamente con el pago de los intereses de la deuda comprometida en años anteriores.

La capacidad para financiar estas políticas públicas es limitada en Ecuador, debido a las condiciones de debilidad previas en que se encontraba el país en relación a aspectos como la baja productividad, la vulnerabilidad social persistente, o las debilidades institucionales, y también por el propio impacto que la crisis está teniendo sobre las cuentas públicas y sobre las condiciones financieras en general [1].

2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En las cifras correspondientes a la gestión financiera del Gobierno Central en el ámbito del Presupuesto General del Estado en el período enero-junio 2020. De conformidad al artículo 292 de la Constitución de la República que establece: “El Presupuesto General del Estado es el instrumento para la determinación y gestión de los ingresos y egresos del Estado, e incluye los del sector público, con excepción de los pertenecientes a la seguridad social, la banca pública, las empresas públicas y los gobiernos autónomos descentralizados [3]”.

La información ha sido obtenida del Sistema de Administración Financiera e-SIGEF (Sistema Integrado de Gestión Financiera), así como informes internos sobre la evolución de las recaudaciones de ingresos, informes y formularios de seguimiento y evaluación presupuestaria remitidos por las instituciones que conforman el Presupuesto General del Estado (PGE); además de información obtenida de las diferentes Subsecretarías del Ministerio de Economía y Finanzas, Servicio de Rentas Internas, Servicio Nacional de Aduanas del Ecuador, Banco Central del Ecuador y otras instituciones del sector público.

La ejecución del presupuesto en lo que corresponde a los gastos aplica el método del devengado que es el registro de obligaciones de las obras, bienes o servicios gestionados por cada entidad, por la prestación efectivamente recibida, sin que necesariamente exista un flujo monetario.

Las cifras que se entregan como porcentaje del Producto Interno de Bruto (PIB) utilizan la estimación obtenida de la página del Banco Central del Ecuador en Previsiones Macroeconómicas 2020 [3].

La Constitución de la República del Ecuador Artículo 296 establece que la Función Ejecutiva presentará cada semestre a la Asamblea Nacional el informe sobre la ejecución presupuestaria, en este contexto, el Ministerio de Economía y Finanzas ha procedido a elaborar el presente documento con la finalidad de informar al señor Presidente de la República, a la Asamblea Nacional y a la ciudadanía en general, los resultados de la ejecución del Presupuesto General del Estado correspondiente al período enero-junio 2020. Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas Libro II, Título I, artículo 74, numeral 28 determina la atribución de efectuar el seguimiento y evaluación de la gestión fiscal del Estado; de igual manera, en la Sección V, el artículo 119 estipula que el ministro a cargo de las finanzas públicas efectuará la evaluación financiera global semestral del Presupuesto General del Estado y la pondrá a conocimiento del Presidente o Presidenta de la República y de la Asamblea Nacional en el plazo de 90 días de terminado cada semestre [4].

Cabe destacar que el presente informe se encuentra elaborado de conformidad a las disposiciones legales establecidas en el Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas vigente a junio 2020; por tanto, no se incluyen reformas posteriores dadas por la Ley de Ordenamiento de las Finanzas Públicas del 24 de julio de 2020. Reglamento al Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas Artículo 120, dispone a las entidades que conforman el Presupuesto General del Estado deben presentar informes semestrales de seguimiento y evaluación de la ejecución presupuestaria, de conformidad con las normas técnicas pertinentes.

Mediante Oficio Circular No. MEF-STPE-2020-002 de 06 de julio de 2020, las máximas Autoridades del Ministerio de Economía y Finanzas y la Secretaría Técnica Planifica Ecuador solicitaron a todas las instituciones, entidades y organismos del sector público, se remita el informe de ejecución presupuestaria y el formulario establecido para el efecto correspondiente al período enero-junio 2020.

De acuerdo con la normativa presupuestaria vigente, la evaluación es la fase del ciclo presupuestario que tiene como propósito, medir los resultados de la ejecución presupuestaria, analizar los desvíos con respecto a la programación inicial, y definir las acciones correctivas que sean necesarias y retroalimentar el ciclo [5].

Además, establece que, la evaluación financiera global, institucional y de los programas presupuestarios será competencia del Ministerio de Economía y Finanzas, a través de la Subsecretaría de Presupuesto; y, la evaluación programática, relacionada a la ejecución y grado de cumplimiento de las metas y resultados de los programas contenidos en los presupuestos, será competencia y responsabilidad de cada institución, en coordinación con la Secretaría Técnica Planifica Ecuador mediante el uso de sistemas informáticos de seguimiento y evaluación a la ejecución.

Las instituciones que perciben recursos del Presupuesto General del Estado tienen varias responsabilidades, especialmente las siguientes: Programación de los presupuestos institucionales en concordancia con el Plan Nacional de Desarrollo, con las directrices presupuestarias y con la planificación institucional; aprobación de modificaciones específicas en sus presupuestos de gastos de funcionamiento; proponer y ejecutar programas; recaudar y administrar recursos generados en forma directa (autogestión); establecer compromisos con cargo a las asignaciones y solicitar los pagos respectivos; y, efectuar la evaluación física y financiera de la ejecución de los presupuestos institucionales en forma periódica [6].

3 METODOLOGIA

A continuación se muestra las cifras que corresponden a la administración financiera gubernamental Central en el campo del Presupuesto General Del Estado en el lapso enero-junio 2020. De conformidad al artículo 292 de la Constitución de la República que instituye: “El Presupuesto General del Estado es el instrumento para la decisión y administración de las ganancias y egresos del Estado, e incluye todos las ganancias y egresos del sector público, con distinción de los originarios de la estabilidad social, la banca pública, las organizaciones públicas y los gobiernos autónomos descentralizados.” La información fue obtenida del Sistema de Gestión Financiera e-SIGEF, así como informes internos sobre la evolución de las recaudaciones de ingresos, informes y cuestionarios de seguimiento y evaluación presupuestaria remitidos por las instituciones que lo componen; además de la información obtenida de las distintas Subsecretarías del Ministerio de Economía y Finanzas, Servicio de Rentas Internas, Servicio Nacional de Aduanas del Ecuador, Banco Central del Ecuador y otras instituciones del sector público. Los ingresos y el financiamiento público se registran en base al método mixto, devengados en algunos de casos y en otros en base caja [7].

En esta sección del documento se presenta una visión global respecto del desempeño macroeconómico durante el periodo de enero a junio del año 2020, se analizan los principales indicadores macroeconómicos: PIB, inflación, desempleo, tasas de interés, balanza comercial, entre otros. La economía nacional para el periodo enero - junio de 2020, presentó los siguientes indicadores macroeconómicos, como consecuencia de la crisis sanitaria que afectó la producción a nivel mundial [1].

Sector Real 2019- 2020 (Millones de dólares y porcentajes)			
	2019	2020 (p)	Diferencia
PIB nominal (I trimestre)	26.757,82	25.878,60	-879,23
PIB real (I trimestre)	17.957,73	17.523,05	-434,69
Inflación anual (junio)	0,61%	0,17%	-0,45%
Crecimiento real PIB (I trimestre) (t/t-1)	-0,70%	-2,11%	-1,41%
Crecimiento real PIB (I trimestre) (t/t-4)	1,10%	-2,42%	-3,52%
Indicadores petroleros Ene- May 2019- 2020 (Millones de barriles)			
Producción fiscalizada	77,42	63,68	-13,74
Exportación de crudo	57,50	49,26	-8,25
Importación de derivados	22,58	19,25	-3,33
Sector Fiscal Ene- May 2019- 2020 Sector Público No Financiero (SPNF) (Millones de dólares)			
Ingresos totales	15.491,23	12.937,95	-2.553,27
Gastos totales	15.189,76	14.053,11	-1.136,65
Resultado global	301,46	-1.115,16	-1.416,62
Sector Externo Ene- May 2019- 2020 (Millones de dólares)			
Saldo Balanza comercial	40,31	877,28	836,97
Balanza petrolera	1.899,29	630,60	-1.268,69
Balanza no petrolera	-1.858,98	246,68	2.105,66
Sector Monetario- Financiero Jun 2019- 2020 (Millones de dólares y porcentajes)			
Reservas internacionales	4.095,26	2.665,61	-1.429,65
Tasa de interés activa referencial	8,02%	9,10%	1,08%
Tasa de interés pasiva referencial	5,89%	5,98%	0,09%

Fig. 1. Evolución de los indicadores macroeconómicos

Presupuesto en lo que corresponde a los gastos aplica el método del devengado que es el registro de obligaciones de las obras, bienes o servicios gestionados por cada entidad, por la prestación efectivamente recibida, sin que necesariamente exista un flujo monetario. Las cifras que se entregan como porcentaje del Producto Interno de Bruto (PIB) utilizan la estimación obtenida de la página del Banco Central del Ecuador en Previsiones Macroeconómicas 2020.

Al analizar la evolución de los principales indicadores macroeconómicos a junio 2019/2020; según la disponibilidad, se desprende la siguiente información:

3.1 SECTOR REAL

- **Inflación.**- La tasa de inflación a junio de 2020 fue de 0,17%, menor en 0,45 puntos porcentuales a la de junio de 2019 (0,61%), este resultado se explica por las variaciones positivas de principalmente 3 divisiones de bienes y servicios: Alimentos y bebidas no alcohólicas (0,3942%), Salud (0,0948%); y, Comunicaciones (0,0490%).
- **Crecimiento del PIB.**- En el primer trimestre de 2020, el PIB de Ecuador, a precios constantes, mostró una tasa de variación interanual (t/t-4, respecto del primer trimestre de 2019) de -2,42%; mientras que registró una tasa de variación trimestral de -2,11% (t/t-1, respecto del último trimestre de 2019). Es importante mencionar que el PIB real para el primer trimestre del año 2020 alcanzó los USD 17.523,05 millones, cifra menor en USD 434,69 millones al PIB real del primer trimestre del año 2019 (USD 17.957,73 millones).
- Desde la óptica de la oferta-utilización de bienes y servicios, en el primer trimestre de 2020, las exportaciones de bienes y servicios registraron un mayor crecimiento (3,6%). En tanto que, la formación bruta de capital fijo disminuyó en 6,0%, así como el gasto de consumo final del gobierno se redujo en -5,0%. Por otra parte, las actividades económicas que presentaron

una mayor tasa de variación entre el período 2020/2019, principalmente fueron: Acuicultura y pesca de camarón (7,7%); Suministro de electricidad y agua (6,3%); Petróleo y minas (2,4%); y, Correo y Comunicaciones (2,1%).

- **Desempleo.**- Conforme al Documento “EVALUACIÓN IMPACTO MACROECONÓMICO DEL COVID-19 EN LA ECONOMÍA ECUATORIANA”, elaborado por el BCE, el efecto de la crisis mundial ocasionada por la pandemia del COVID-19 en el empleo, para nuestro país representa un incremento de 4,1 puntos porcentuales en el desempleo por efecto COVID-19 entre marzo, abril y mayo 2020. A nivel nacional, las principales ramas de actividad que concentran la mayor participación en el empleo para diciembre de 2019 son: Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura y Pesca con un 29,4%; seguido del Comercio con el 17,9% y Manufactura (incluida refinación de petróleo) con el 10,3%. Cabe indicar, que, a criterio del INEC, la mayor parte de los resultados de la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) entre diciembre de 2018 y diciembre 2019, no muestran variaciones estadísticamente significativas a nivel nacional, urbano y rural [1].

3.2 VARIABLES PETROLERAS

- **Producción fiscalizada de petróleo.** - Para el período comprendido entre enero – mayo del año 2020, la producción fiscalizada de petróleo alcanzó 63,68 millones de barriles, monto inferior en 17,75% (13,74 millones de barriles) frente al registrado en el mismo período del año 2019 (77,42 millones de barriles). Esta reducción se debe principalmente a la paralización en la producción de crudo debido a los daños en la infraestructura petrolera ocasionados por la erosión del río Coca.
- **Exportaciones de crudo.** - Las exportaciones para el período comprendido entre enero – mayo de 2020 llegaron a 49,26 millones de barriles, cifra inferior en 14,34% (8,25 millones de barriles) con respecto al registrado en similar período del año 2019 (57,50 millones de barriles). Para el período comprendido entre enero a mayo de 2019 y enero a mayo de 2020, el precio promedio del barril de crudo disminuyó de USD/b 57,98 a USD/b 33,34 respectivamente; es decir una reducción del 42,50%.
- **Importaciones de derivados.** - Durante el período enero – mayo de 2020 las importaciones de derivados alcanzaron los 19,25 millones de barriles, monto inferior en 14,73% (3,33 millones de barriles) al registrado en similar período del año 2019 (22,58 millones de barriles). Entre los factores que tuvieron incidencia en la disminución de las importaciones de derivados en el primer semestre de 2020, se destaca la caída significativa en los precios del petróleo crudo; situación que se complicó aún más cuando el precio del WTI (West Texas Intermediate – precio de referencia para el crudo ecuatoriano), en abril 2020, se desplomó en el mercado internacional a los niveles más bajos en casi 20 años, debido a la fuerte contracción en la demanda de este producto ante la desaceleración económica mundial.

3.3 SECTOR FISCAL

- **Ingresos totales.** - En el periodo enero a mayo del año 2020, los ingresos totales del Sector Público No Financiero (SPNF) alcanzaron un monto de USD 12.937,95 millones (13,41% del PIB) 13, inferior en 16,48% (USD 2.553,27 millones), respecto al monto registrado en el mismo periodo del año 2019, que fue de USD 15.491,23 millones (14,42% del PIB). Así mismo, los ingresos tributarios presentaron una disminución de 16,49% al pasar de USD 6.657,29 millones registrados en el periodo enero – mayo del año 2019 a USD 5.559,66 millones observados en el mismo periodo del año 2020. En la misma línea, los ingresos petroleros disminuyeron 36,10% (USD 1.205,36 millones), los cuales pasaron de USD 3.338,83 millones en el periodo de enero a mayo de 2019 a USD 2.133,46 millones en el mismo periodo del año 2020.
- **Gastos totales.** - Los gastos totales del SPNF registraron una disminución de 7,48% (USD 1.136,65 millones) al pasar de USD 15.189,76 millones (14,14% del PIB) en el periodo enero-mayo del año 2019 a USD 14.053,11 millones (14,56% del PIB) en similar periodo del año 2020. Explicado por la reducción de compra de bienes y servicios en 8,31% (USD 140,89 millones) y sueldos en 1,54% (USD 61,39 millones); situación que se enmarca en la implementación de una serie de acciones de política pública para optimizar el gasto, entre las que se puede mencionar: control del crecimiento y optimización de la masa salarial, austeridad en los procesos contractuales de bienes y servicios y de compras públicas; además, de las medidas adoptadas a consecuencia de la crisis sanitaria mundial. Por otra parte, existieron rubros que aumentaron, como son: las Prestaciones a la Seguridad Social, que en los períodos de análisis pasaron de USD 2.277,56 millones en el año 2019 a USD 2.347,95 millones para el mismo periodo del año 2020. Es necesario mencionar que a partir de 2019 se incorporan en el PGE las transferencias del 40% de aporte estatal a las pensiones jubilares del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, conforme a la sentencia emitida por la Corte Constitucional el 21 de marzo de 2018.

- El gasto de capital, se redujo en 27,37% (USD 826,63 millones) en comparación a similar período del año 2019, en el marco de la priorización o reprogramación de los proyectos de inversión pública reflejados en el Plan Anual de Inversiones (PAI) en el contexto de las consecuencias económicas ocasionadas por la crisis sanitaria mundial (Covid-19).
- **Resultado global.** - Las operaciones del SPNF descritas anteriormente, generaron un resultado global deficitario de USD 1.115,16 millones en el periodo enero-mayo del año 2020, mientras que, para similar período de 2019, se presentó un resultado superavitario de USD 301,46 millones, lo que significa una disminución de 469,91% (USD -1.416,62 millones).

3.4 SECTOR EXTERNO

En el año 2020, durante el periodo enero-mayo, la Balanza Comercial registró un superávit de USD 877,28 millones, valor que, al ser comparado con el resultado alcanzado en el mismo periodo del año 2019, que fue de USD 40,31 millones, resulta mayor en USD 836,97 millones. El saldo de la Balanza Comercial Petrolera disminuyó en 66,80% (USD 1.268,69 millones), al pasar de USD 1.899,29 millones en el periodo enero-mayo del año 2019 a USD 630,60 millones para similar periodo del año 2020, como consecuencia de menores niveles de exportación de bienes petroleros, y la caída en el valor unitario promedio del barril exportado de crudo; así como, la disminución de las importaciones de derivados de petróleo. Por su parte, el saldo de la Balanza Comercial no Petrolera entre los periodos analizados, aumentó en USD 2.105,66 millones, al pasar de un saldo deficitario de USD -1.858,98 millones en enero-mayo del año 2019 a un valor superavitario de USD 246,68 millones para enero-mayo del año 2020. Las exportaciones no petroleras, tradicionales, registraron a mayo del 2020 USD 6.059,84 millones, es decir, un incremento de 9,86% (USD 543,74 millones) frente a los USD 5.516,10 millones registrados el mismo periodo del año 2019; por su parte, las exportaciones no tradicionales alcanzaron USD 2.238,84 millones, lo que representa un aumento de 3,54% (USD 76,65 millones) respecto de los USD 2.162,20 millones exportados en el periodo enero-mayo de 2019 [10].

3.5 SECTOR MONETARIO FINANCIERO

- **Reservas Internacionales (RI).** - A junio de 2020, las Reservas Internacionales (RI) alcanzaron un saldo de USD 2.665,61 millones, inferior en USD 1.429,65 millones (34,91%) al saldo registrado en junio de 2019 (USD 4.095,26 millones). De acuerdo con el Banco Central del Ecuador (BCE), los rubros que afectan las RI corresponden a aquellos flujos de entradas y salidas de recursos desde y hacia el exterior a través del BCE, más los movimientos de depósitos y retiros de las entidades financieras en esta institución. La disminución de las RI a junio de 2020, obedeció principalmente, al efecto neto entre los principales ingresos y egresos. Entre los primeros, constan los giros del exterior del sector privado, exportación de hidrocarburos, desembolsos de endeudamiento externo, depósitos en efectivo en el BCE, giros del exterior del sector público; y, entre los egresos, giros al exterior del sector privado, retiros de efectivo de las bóvedas del BCE, servicio de la deuda externa, importación de derivados y giros al exterior del sector público.
- **Tasa de interés activa referencial.**- Entre junio de 2019 y junio de 2020, la tasa de interés activa referencial registró un aumento de 1,08 puntos porcentuales, al pasar de 8,02% a 9,10% respectivamente. La base de cálculo de estos valores corresponde a las tasas de interés efectivas convenidas en las operaciones realizadas en las cuatro semanas, por las instituciones financieras reguladas por la Superintendencia de Bancos.
- **Tasa de interés pasiva referencial.**- A junio del año 2020, la tasa de interés pasiva referencial alcanzó el 5,98%, superior en 0,09 puntos porcentuales, respecto a la registrada en junio de 2019 (5,89%). La base de cálculo de estos valores corresponde a las tasas de interés efectivas convenidas en las operaciones realizadas en las cuatro semanas, por las instituciones financieras reguladas por la Superintendencia de Bancos.
- **Acuerdos con organismos internacionales**

Durante el primer semestre del año 2020 el Ecuador ha fortalecido su relacionamiento con los organismos internacionales en el marco de la política de transparencia y de ampliar las alternativas de financiamiento en condiciones más favorables al país y, en función de afianzar los programas y proyectos ligados al desarrollo productivo, de infraestructura y de apoyo social a los grupos en condición de vulnerabilidad. El relacionamiento con el Fondo Monetario Internacional (FMI), el Banco Mundial (BM), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Corporación Andina de Fomento (CAF), entre otros, se ha enmarcado en la consecución de las políticas públicas plasmadas en el Programa Económico del Gobierno Nacional cuyos objetivos son: i) reconstruir y fortalecer los cimientos institucionales de la dolarización; ii) generar empleo y crecimiento a través de mayor competitividad; iii) promover igualdad de oportunidades y proteger a los pobres y vulnerables; y iv) garantizar un clima de transparencia y buen gobierno. Adicionalmente, se debió sumar a estos objetivos del Plan, el priorizar

la inversión y gasto en salud y la reactivación de la producción y el empleo en todos los niveles de la cadena de producción y comercialización, tras la crisis sanitaria iniciada en el mes de marzo, ocasionada por la pandemia COVID19 [8].

- El Acuerdo de Facilidad Financiera Extendida suscrito con el FMI (2019-2021) contemplaba las metas fiscales y de regulación normativa del Plan Prosperidad, así como el incremento de beneficios sociales para las personas más vulnerables. Sin embargo, para afrontar la crisis sanitaria y la caída, sin precedentes, de los precios del petróleo y, consecuentemente, la abrupta reducción de la actividad productiva y posibilidades de recaudación tributaria, se debió buscar una Línea de Financiamiento Rápido (RFI), por lo cual se están llevando a cabo nuevos diálogos en el ámbito técnico para la firma de un nuevo acuerdo con el este organismo, que permitiría apalancar también convenios de crédito con otros multilaterales. En este sentido, se está manteniendo conversaciones y acuerdos con el organismo en torno a las metas sociales, fiscales, monetarias y de rendimiento para mejorar los criterios cuantitativos y cualitativos de desempeño y metas indicativas del programa económico. En la consecución de acuerdos se busca establecer metas con criterios de rendimiento cuantitativo que incluyen pisos en el balance primario no petrolero del Sector Público No Financiero (SPNF), en los subsidios al Petróleo y en el balance fiscal global del SPNF (Sector público no financiero), así como un piso de protección social del Gobierno Central. El manejo de los acuerdos con los organismos internacionales y el cumplimiento de los compromisos asumidos por el Estado ecuatoriano han contado con el reconocimiento de la comunidad internacional, lo cual ha generado confianza en el mercado externo y está permitiendo procesos de renegociación de varios tramos de deuda con diversos acreedores, lo cual contribuirá a reestructurar en mejores condiciones las obligaciones del país y liberar recursos para atender las prioridades establecidas en la norma constitucional. También se continúa trabajando para mantener un relacionamiento abierto y constructivo con otros organismos multilaterales de crédito en función de alcanzar apoyo financiero y asistencias técnicas que tienen la ventaja de ser financiamientos de plazo largo y bajo interés, lo cual permite reducir los costos respecto de otras fuentes de financiamiento [2], [9].

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ejecución del Presupuesto General del Estado en el período enero-junio 2020 se fundamenta en las políticas establecidas por el Gobierno Nacional dentro del programa macroeconómico vigente, así como en los objetivos y metas definidas en el Plan Nacional de Desarrollo, las instituciones que conforman el PGE; y, Plan de Prosperidad 2018-2021 que concentra esfuerzos en el manejo responsable, transparente y disciplinado de los recursos y finanzas públicas. Durante el primer semestre del ejercicio fiscal 2020 el Gobierno Nacional estableció y ejecutó diferentes políticas entre ellas: Consolidación fiscal y estabilidad monetaria

- Consolidación fiscal y estabilidad monetaria
- Igualdad de oportunidades y protección social
- Empleo y reactivación productiva
- Manejo eficiente y transparente de recursos

Políticas que se reflejan en acciones para atender la emergencia sanitaria por la pandemia del COVID-19, reducción del gasto corriente, disminución del tamaño del Estado, sin dejar de atender a la población vulnerable del país, a través de la implementación de la política pública denominada “Toda Una Vida”. Entre las políticas para atender la emergencia sanitaria, a partir del mes abril en función a los Decretos Ejecutivos

Nros.1022 y 1026, se aplica el Bono de Protección Familiar por Emergencia por el COVID-19 en Ecuador (creado el 27 de marzo de 2020), financiado una Primera Fase por el Banco Mundial se habilitó a 400.019 usuarios y en la Segunda Fase, financiada por el BID se habilitó a 549.986 beneficiarios.

El Presupuesto General del Estado publicado en el Registro Oficial Edición Especial No. 187 de 27 de diciembre de 2019 ascendió a USD 35.498,42 millones, que representa el 32,14% del PIB de Proforma y al cierre del semestre el presupuesto codificado representó el 33,79% con relación al PIB 2020 provisional.

El Presupuesto General del Estado inicial para el ejercicio 2020 ascendió a USD 35.498,4 Millones (incluye Cuenta de Financiamiento de Derivados Deficitarios y Financiamiento Público Por USD 4.029,73 millones), en tanto que el codificado al 30 de junio de 2020 totalizó en USD 32.600,28 millones, con una disminución de USD 2.898,14 millones, que representa el 8,16%.

La reducción de los USD 2.898,14 millones, fue el resultado fundamentalmente de los efectos producidos en la economía del Ecuador, a causa de la pandemia COVID-19, razón por la cual se actualizó la programación fiscal que recoge el impacto

económico, estimando una reducción de USD 1.830 millones respecto de la recaudación prevista, que representa el 13,78% del ingreso tributario en relación con el presupuestado del año 2019.

De otro lado es importante mencionar lo señalado en el informe Técnico No. MEF-DM-SPFDNPF-2020-030 en el cual se menciona que se ha considerado: "...dos instancias, primeramente por la caída proyectada del PIB en -6,3 puntos porcentuales, apreciación tomada de la información de los organismos multilaterales y que será actualizada una vez reactivado el ciclo presupuestario; y, en segundo lugar, por los reportes del Servicio de Rentas Internas (SRI) a la baja respecto a la recaudación de impuestos debido a la paralización de actividades en el país por causa del Covid-19, así como, a la caída de las importaciones no petroleras en el orden del 47,1% lo cual afecta directamente en la recaudación arancelaria en aproximadamente USD 425 millones". Además de la aplicación por parte de las entidades que conforman el Presupuesto General del Estado, según el Artículo 225 de la Constitución de la República del Ecuador, de las directrices emitidas para el segundo trimestre del ejercicio fiscal 2020 por el ente rector de las finanzas públicas con Oficio Circular Nro. MEF-VGF-2020-0003-C de 16 de abril de 2020, relacionadas a la restricción para que las entidades no puedan utilizar determinados ítems y mantener criterios de austeridad que permitan precautelar el uso eficiente de los recursos públicos, tomando en cuenta el impacto social y económico de la emergencia sanitaria en el Ecuador, dado los problemas sociales y económicos por los que atraviesa el país, agravados por el ajuste y reducción de ingresos en el Presupuesto General del Estado.

4.1 INGRESOS

Los ingresos del Presupuesto General del Estado inicial del ejercicio fiscal 2020, ascendieron a USD 35.498,42 millones con la siguiente Composición: USD 23.853,05 millones ingresos corrientes, con una participación del 67,19%; seguido por recursos provenientes del Financiamiento público con USD 8.932,61 millones y 25,16% de participación, finalmente los ingresos de capital con USD 2.712,76 millones que representaron el 7,64% del total de los ingresos. Si comparamos con el presupuesto inicial del 2019, existe una disminución del 0,09%. Al concluir el primer semestre del ejercicio fiscal 2020, los ingresos codificados ascendieron a USD 32.600,28 millones y los ingresos devengados a USD 13.254,01 (40,66%) Los ingresos corrientes presentan un codificado de USD 21.283,34 y su ejecución USD 9.231,94 millones (43,38%) con una participación del 65,28% en el codificado y del 69,65% en el devengado frente al total de los ingresos.

Los Ingresos de financiamiento suman USD 8.895,85 millones en el codificado y USD 3.695,21 millones en el devengado (41,54%) su participación es del 27,29% en el codificado y 27,88% en el devengado, en comparación a los ingresos totales. Los ingresos de capital el 7,42% en el codificado y 2,47% en el devengado frente al total de los ingresos. Al comparar los ingresos codificados 2020 con igual periodo del 2019, reflejan una disminución del 11,56% y, los ingresos devengados (USD 13.254,01 millones) evidencian una reducción del 25,32% esto es USD 4.493,32 millones, los ingresos devengados de financiamiento registran una reducción del 30,60% es decir USD 1.628,98; en tanto que los ingresos de capital se redujeron en 63,49% con el valor de USD 598,51 millones. Los recursos devengados corrientes, corresponden principalmente a la recaudación por concepto de Impuestos al Valor Agregado, a la Renta, a la Salida de Divisas. Además, por concesiones en el sector de las telecomunicaciones, así como, por contribuciones sobre nóminas de empresas públicas y privadas, también se registran las transferencias recibidas por concepto de participaciones corrientes en los ingresos petroleros efectuados por Petroecuador EP.

En los ingresos por Transferencias se refleja la Cuenta de Financiamiento de Derivados Deficitarios CFDD, que en el primer semestre 2019 devengó USD 2.302,58 millones frente a USD 1.499,34 millones del 2020, debido a la suspensión del Oleoducto por casi un mes y al precio de comercialización a nivel mundial, con una caída significativa y pronunciada de las cotizaciones en el mercado internacional [1].

A continuación, se detallan los principales ingresos por naturaleza económica.

INGRESOS	DEVENGADO		% PARTICIPACION PGE	VARIACION 2019/2020	PARTICIPACION PIB (%)
	2019	2020			
CORRIENTES					
Impuestos (IVA, Renta,)	7.191,33	5.799,24	43,75%	-19,36%	6,01%
Tasas	452,88	397,36	3,00%	-12,26%	0,41%
Ventas de bienes y servicios	21,17	8,96	0,07%	-57,66%	0,01%
Rentas inversión y multas:	271,33	267,69	2,02%	-1,34%	0,28%
Transferencias	2.507,52	1.774,49	13,39%	-29,23%	1,84%
Otros Ingresos	1.085,17	984,20	7,43%	-9,30%	1,02%
Total Ingresos Corrientes	11.529,39	9.231,94	69,65%	-19,93%	9,57%
CAPITAL					
Venta de activos no financieros: Terrenos	26,83	0,04	0,00%	-99,87%	0,00%
Recuperación de inversiones y de recursos públicos	9,41	3,96	0,03%	-57,96%	0,00%
Transferencias o donaciones de capital e inversión	845,81	310,54	2,34%	-63,28%	0,32%
Otros Ingresos	13,31	12,33	0,09%	-7,39%	0,01%
Total Ingresos de Capital	895,37	326,87	2,47%	-63,49%	0,34%
FINANCIAMIENTO					
Bonos del Estado colocados en el Mercado Nacional e Internacio	2.742,60	1.652,54	12,47%	-39,75%	1,71%
De Organismos Multilaterales	1.976,66	1.888,86	14,25%	-4,44%	1,96%
De Gobiernos y Organismos Gubernamentales	293,49	12,02	0,09%	-95,90%	0,01%
Otros Ingresos	311,43	141,79	1,07%	-54,47%	0,15%
Total de Financiamiento	5.324,18	3.695,21	27,88%	-30,60%	3,83%
TOTAL INGRESOS PRESUPUESTO GENERAL DEL ESTADO	17.748,95	13.254,01	100,00%	-25,33%	13,73%

Notas: * Los valores de la venta anticipada de petróleo se la considera en una sola línea
Incluye todas las fuentes de financiamiento. PIB provisional 2020, USD 96.512,45 millones.
El grupo 11 Impuestos incluye el valor devengado por el MIDUVI correspondiente a predios rurales.
Fuente: e-SIGEF – Ministerio de Economía y Finanzas
Elaboración: Subsecretaría de Presupuesto/Dirección Nacional de Consistencia Presupuestaria.

Fig. 2. Principales orígenes de Ingresos 2019-2020.

En cuanto a los ingresos de financiamiento, éstos provinieron mayoritariamente de los bonos colocados en el mercado nacional e internacional y de créditos con organismos multilaterales. Los ingresos de financiamiento devengados en el ejercicio fiscal 2020 fueron menores en 30,60% a los obtenidos en el mismo periodo de 2019. Esto se debe a los ingresos por la colocación de bonos pasaron de USD 2.742,60 millones en 2019 a USD 1.652,54 millones en 2020 y los desembolsos de organismos multilaterales disminuyeron de USD 1.976,6 millones en 2019 a USD 1.888,86 millones en 2020. De otra parte, y en términos generales la principal disminución respecto del comportamiento de los impuestos (grupo 11) se origina en los ingresos provenientes del impuesto al valor agregado con una reducción de USD 577,48 millones, pasando de USD 3.164,66 millones en 2019 a USD 2.587,18 millones en 2020, por los efectos que tuvo la emergencia sanitaria por el COVID-19, la cual afectó la economía nacional.

4.2 EGRESOS

El Presupuesto General del Estado es el instrumento para la determinación y gestión de los ingresos y egresos del Estado, con excepción de los pertenecientes a la seguridad social, la banca pública, las empresas públicas y los gobiernos autónomos descentralizados de acuerdo al artículo 292 de la Constitución de la República.

Los egresos del Presupuesto General del Estado iniciales del ejercicio fiscal 2020, ascendieron a USD 35.498,42 millones, estuvieron compuestos de la siguiente forma, USD 22.473.415 millones egresos corrientes, con una participación del 63,31%; seguido por recursos destinados a gastos de capital e inversión con USD 7.157,89 millones con el 21,10% de participación, finalmente los ingresos de aplicación del financiamiento con USD 5.533,93 millones que representaron el 15,59% del total de los egresos. Si comparamos con el presupuesto inicial del 2019, existe una disminución del 2,12%.

Al concluir el primer semestre del ejercicio fiscal 2020, los egresos codificados ascendieron a USD 32.600,28 millones que, comparados con igual periodo del 2019, refleja una disminución del 11,56% y los egresos devengados alcanzaron USD 16.438,89 (50,43%). Los egresos corrientes presentan un codificado de USD 20.334,72 y su ejecución USD 10.932,08 millones (53,76%) con una participación del 62,37% en el codificado y del 66,50% en el devengado frente al total de los egresos.

Los egresos de financiamiento suman USD 5.107,68 millones en el codificado y USD 3.043,21 millones en el devengado (59,58%), su participación del 15,66% en el codificado y 18,51% en el devengado, en comparación a los egresos totales. Los egresos de capital e inversión ascendieron a USD 7.157,89 millones en el codificado y registraron USD 2.463,60 millones (34,41%) devengados frente al codificado que representa el 14,99% del total devengado del PGE. A continuación, se detalla los gastos devengados por naturaleza económica:

PRINCIPALES DESTINOS DE GASTO	DEVENGADO		% PARTICIPACION PGE	VARIACION 2019/2020	PARTICIPACION PIB (%)
	2019	2020			
CORRIENTE					
Gastos en personal (Educación, Salud , Defensa Nacional, Policía Nacional y CNJ)	3.166,58	3.103,92	18,88%	-1,98%	3,22%
Financiamiento de Derivados Deficitario (CFDD)	2.191,94	1.949,89	11,86%	-11,04%	2,02%
Bonos DH , Joaquín Gallegos Lara, niños y niñas, adolescentes en situaciones de orfandad, Emergencia Sanitaria Pensiones adultos mayores, personas con capacidades especiales,	336,61	456,12	2,77%	35,50%	0,47%
Transferencias a la Seguridad Social (IESS, ISSFA, ESSPOL)	650,68	1.481,85	9,01%	127,74%	1,54%
Otros gastos corrientes	4.380,56	3.940,30	23,97%	-10,05%	4,08%
Total gasto corriente	10.726,38	10.932,08	66,50%	1,92%	11,33%
INVERSION Y CAPITAL					
Proyectos de Inversión	614,24	949,27	5,77%	54,55%	0,98%
Transferencias a GADs	1.564,75	1.462,62	8,90%	-6,53%	1,52%
Transferencias a Empresas Públicas y Financieras Públicas	79,37	3,56	0,02%	-95,51%	0,00%
Otros gastos de Capital	14,76	48,14	0,29%	226,15%	0,05%
Total gasto de inversión y capital	2.273,11	2.463,60	14,99%	8,38%	2,55%
APLICACIÓN DEL FINANCIAMIENTO					
Obligaciones de deuda pública	2.645,28	2.813,76	17,12%	6,37%	2,92%
Obligaciones de ejercicios anteriores y otros pasivos	96,13	117,86	0,72%	22,61%	0,12%
Venta anticipada de petróleo	498,16	29,58	0,18%	-94,06%	0,03%
Otros gastos financiamiento	82,00	82,00	0,50%	0,00%	0,08%
Total gasto de aplicación del financiamiento	3.321,56	3.043,21	18,51%	-8,38%	3,15%
TOTAL GASTOS PRESUPUESTO GENERAL DEL ESTADO	16.321,05	16.438,89	100,00%	0,72%	17,03%

Fig. 3. Principales destinos de gasto público

Al 30 de junio de 2020, los egresos corrientes representaron el 66,50% (USD 10.932,08 millones) del total del presupuesto codificado y responde en su mayor parte a las remuneraciones de los sectores educación, salud, policía nacional, defensa nacional y justicia, que representan el 74,24% del total de los gastos en personal del PGE; seguido de los gastos para cubrir el pago a los beneficiarios del bono de desarrollo humano, bono Joaquín Gallegos Lara, pensión de adultos mayores y pensión para personas con capacidades especiales, a través del Ministerio de Inclusión Económica y Social; así como, para el financiamiento de importación de derivados deficitarios (CFDD). Las transferencias a los institutos de seguridad social de las fuerzas armadas.

- El presupuesto devengado de los gastos de Inversión y capital ascendieron a USD 2.463,60 millones alcanzando una participación del total devengado del 14,99%, en este grupo de gasto se incorporan por una parte las transferencias de capital a las entidades y organismos fuera del PGE con el valor de USD 1.462,62 millones, por las transferencias a los Gobiernos Autónomos Descentralizados por la aplicación del Modelo de Equidad Territorial; y, los proyectos que conforman el Plan Anual de Inversiones que registra USD 949,27 millones, reflejando un incremento de USD 335,03 millones (54,54%) frente a igual periodo del 2019, producto de la ejecución del proyecto "Proyecto de Vivienda Casa para Todos" con USD 471,68 millones devengados ejecutado por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda a través de crédito hipotecario otorgado a través de las entidades financieras públicas, privadas y cooperativas, y tiene como finalidad contribuir con el adecuado desarrollo del hábitat a nivel nacional, garantizando la dotación y el acceso a la vivienda de manera adecuada e inclusiva, mejorando la calidad de vida de toda la población, mediante el desarrollo de planes, programas y proyectos urbanístico integrales de vivienda; y, el "Programa de Reforma Institucional de la Gestión Pública" por USD 164,37 millones,

ejecutado por varias entidades, siendo el monto más significativo ejecutado por el Ministerio de Educación con USD 145,27 millones.

- Adicionalmente, se destinaron USD 89,38 millones a financiar el proyecto para la aplicación del bono de protección familiar presencia del COVID-19 en el Ecuador ejecutado por el Ministerio de Inclusión Económica y Social; y, reliquidación de jubilaciones de docentes con un valor devengado de USD 47,32 millones.
- Aplicación de financiamiento ascendió a USD 3.043,21 millones con una participación del 18,51% del total devengado, en donde constan los pagos por concepto de amortización de deuda pública, registros por obligaciones de ejercicios anteriores, venta anticipada de petróleo y otros pasivos. Al comparar con igual periodo del 2019 se evidencia una reducción del 8,38% [1].

5 CONCLUSIONES

Después de analizar el caso presupuestario en Ecuador a lo largo del covid-19, el PGE (Presupuesto Gral. del Estado) inicial subió a USD 35.498,42 millones, en el primer semestre se han realizado modificaciones por USD 2.898,14 (8,16%) resultando un codificado a USD 32.600,28 millones, esta reducción obedece a la caída en la recaudación de las ganancias del Estado originada por la crisis económica nacional e mundial producto de emergencia sanitaria por coronavirus. El presupuesto devengado subió a USD 16.438,89 millones, o sea 50,43% de ejecución al término del primer semestre de 2020. En sí, el Covid 19 presento una crisis frente al país, como lo podemos ver en la investigación y no solamente fue aquí sino que fue mundial, y afecto mucho al estado en la parte económica ya que se fue notando la diferencia de los ingresos y egresos del año 2019 y 2020, su diferencia era notoria.

Respecto a la evolución de los principales factores macroeconómicos, En el primer trimestre de 2020, el PIB de Ecuador, a precios constantes, mostró una tasa de variación interanual (t/t-4, respecto del primer trimestre de 2019) de -2,42%; mientras que registró una tasa de variación trimestral de -2,11% (t/t-1, respecto del último trimestre de 2019). Es importante mencionar que el PIB real para el primer trimestre del año 2020 alcanzó los USD 17.523,05 millones, cifra menor en USD 434,69 millones al PIB real del primer trimestre del año 2019 (USD 17.957,73 millones). En tanto que la inflación a junio de 2020 fue de 0,17%, menor en 0,45 puntos porcentuales a la de junio de 2019 (0,61%). Por el lado del desempleo registró un incremento de 4,1 puntos porcentuales por efecto del COVID-19 entre marzo, abril y mayo 2020, El impacto económico de la pandemia del COVID-19 no tiene precedentes recientes, tanto por su naturaleza como por su magnitud. La incertidumbre sobre la intensidad y la duración de la crisis es aún alta, pero las proyecciones de los principales organismos internacionales ya prevén una contracción de la economía global.

Al analizar los ingresos y egresos del presupuesto general del estado se han visto afectados por la pandemia del COVID-19, por la reducción de los precios del petróleo y de la recaudación prevista, lo que representa un impacto del 13,78% del ingreso tributario en relación con el presupuestado del año 2020, así como, a la caída de las importaciones no petroleras. Al comparar los ingresos corrientes devengados con igual período del 2019, existe una reducción del 19,93% USD 2.297,46 millones, en cuanto a los ingresos de financiamiento existe una reducción del 30,60% es decir USD 1.628,98 con relación a igual periodo del 2019; en tanto que los ingresos de capital se redujeron en 63,49% con el valor de USD 598,51 millones. La variación de los egresos devengados del ejercicio fiscal 2020 de USD 16.438,89 con relación al 2019 que fue de USD 16.321,05,93 millones representa un incremento de 0,72%, siendo los gastos de capital e inversión los de mayor crecimiento. La variación de los egresos corrientes devengados en el periodo analizado frente a igual periodo de 2019, reflejan un incremento del 1,92%, recursos que se destinaron para el gasto en personal (principalmente en Educación, Salud, Policía Nacional, Defensa Nacional), así como los Bonos de Desarrollo Humano; Joaquín Gallegos Lara; para niños, niñas y adolescentes en situación de orfandad por femicidio; Pensión de Adultos Mayores, Pensión para Personas con Capacidades Especiales, entre otros. La aplicación de financiamiento se redujo en 8,38% mientras que la inversión y capital se incrementó en 8,38%.

REFERENCIAS

- [1] EC. (2020). *PRESUPUESTO GENERAL DEL ESTADO*.
Obtenido de <https://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/09/28092020-Informe-semestral-ejecucion-2020-CNv6-RL.pdf>
- [2] *IMPACTO FINANCIERO*. (2020).
Obtenido de <https://www.oecd.org/dev/Impacto-financiero-COVID-19-Ecuador.pdf?fbclid=IwAR2cvEHYZG0Ra0NmVkLIHPxcaembJgFRRALro-O5T19qsluBuuY5ATsLtCk>.
- [3] Jumbo Ordóñez, D. P., Campuzano Vásquez, J. A., Vega Jaramillo, F. Y., & Luna Romero, Á. E. (2020). Crisis económicas y Covid-19 en Ecuador: impacto en las exportaciones. *Revista Universidad y Sociedad*, 12 (6), 103-110.
- [4] Correa-Quezada, R., Izquierdo-Montoya, L., & García-Vélez, D. (2020). Impacto del COVID-19 en Ecuador. *Ecuador: Circulo de estudios latinoamericanos*.
- [5] Falcón, V. V., Martínez, B. S., Sánchez, F. D. C., & Cejas, M. C. N. (2021). Repercusión de la Covid-19 en la economía ecuatoriana. *Universidad y Sociedad*, 13 (S1), 536-544.
- [6] Quevedo-Barros, M. R., Vásquez-Lafebre, L. M., Quevedo-Vázquez, J. O., & Pinzon-Prado, L. T. (2020). COVID-19 y sus efectos en el comercio internacional. Caso Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 6 (3), 1006-1015.
- [7] Ponce, G. K. C., Lino, A. D. R. C., & Cedeño, O. S. P. (2020). Impacto social causado por la COVID-19 en Ecuador. *3c Empresa: investigación y pensamiento crítico*, (1), 115-127.
- [8] Labarthe, S. (2020). ¿Qué pasa en Ecuador? Covid-19, crisis sanitaria y conflictividad política. *Nueva sociedad*.
- [9] Masacón, N. Ú. H., Terranova, K. T. T., & Ulloa, W. L. O. (2020). Impacto del COVID-19 en la planeación estratégica de las pymes ecuatorianas. *RECIMUNDO*, 4 (3), 76-85.
- [10] Ortiz, J. G. V., Barzola, A. X. V., & Poveda, M. L. P. (2020). CRISIS ECONÓMICA «MICA DEL ECUADOR: UNA MIRADA AL SECTOR MICROEMPRESARIAL POST COVID-19. *UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*. ISSN 2602-8166, 4 (4), 1-14.
- [11] Altamirano, D. A. L., Solorzano, S. E. S., Salazar, S. P. B., & Condolo, M. F. M. (2020). La economía de las empresas del Ecuador en el contexto de la pandemia. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 5 (1), 285-304.

Interleukin-17 and the COVID-19 cytokine storm: Cases reports

Asmaa Drissi Bourhanbour¹⁻², Wissal Aissaoui³, Jalila Elbakkouri¹⁻², Chafik Elkettani³, Lahoucine Barrou³, Mohamed Benghanem Gharbi⁴⁻⁶, and Moulay Hicham Afif⁵⁻⁶

¹Clinical Immunology, Autoimmunity and Inflammation Laboratory (LICIA), Faculty of Medicine and Pharmacy, Hassan II University, Casablanca, Morocco

²Immunology Laboratory, Ibn Rochd University Hospital, Casablanca, Morocco

³Anesthesiology and intensive care department, Ibn Rochd University Hospital, Casablanca, Morocco, Hassan II University, Casablanca, Morocco

⁴Nephrology department, Ibn Rochd University Hospital, Casablanca, Morocco, Hassan II University, Casablanca, Morocco

⁵Pneumology department, Ibn Rochd University Hospital, Casablanca, Morocco, Hassan II University, Casablanca, Morocco

⁶Faculty of Medicine and Pharmacy, Hassan II University, Casablanca, Morocco

Copyright © 2023 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: We report two cases of patients with COVID-19. Clinical and biological features of the two patients confirm severe form of COVID-19 associated with cytokine storm. High levels of IL-6 and IL-17 were found. Unfortunately the patients died because of the multi-organ failure secondary to the cytokine storm. Cytokine storm is a systemic inflammatory syndrome which leads to aberrant release of cytokines. IL-6 is the most frequently reported cytokine to be increased in COVID-19 patients. Naïve T CD4+ cells in the presence of TGF β and IL-6 will differentiate into T helper 17 cells responsible for secreting IL-17A and IL-17F, which target macrophages, dendritic cells, endothelial cells, and fibroblasts to increase the production of cytokines. IL-6 and IL-17 have been shown to play a role in increasing risk of airway disease. They synergistically promote viral persistence by protecting virus-infected cells from apoptosis. Immune hyperactivation in cytokine storm amplified levels of cytokines that will have systemic effects and cause collateral damage to vital organ systems. Immunotherapy can play a crucial role in COVID-19 managing. Tocilizumab an anti-IL6 receptor antibody was used with clinical improvement. The possibility of inhibiting IL17 as therapy for COVID-19 should be also considered.

KEYWORDS: COVID-19, Cytokine storm, IL-6, IL-17, Case report.

1 INTRODUCTION

Since the World Health Organization declares coronavirus disease 2019 (COVID-19) a global pandemic in MARCH 2020; this disease has seriously challenged medical health systems. COVID-19 is an infectious disease caused by a newly discovered coronavirus called severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2). The clinical manifestations of COVID-19 ranged from mild non-specific symptoms to severe pneumonia with organ function damage. It's mainly included fever, cough, myalgia, fatigue, or dyspnea. In the later stages of the disease, dyspnea may gradually develop into acute respiratory distress syndrome (ARDS) or multiple organ failure [1]. Clinical data have suggested that a cytokine storm (CS) is occurring and is associated with COVID 19 severity and death [2]. C S is a life-threatening systemic inflammatory syndrome involving immune cells hyperactivation and high levels of circulating cytokines [3]. Researches have identified high circulating levels of interleukin-6 in patients with severe COVID-19 [4] and Tocilizumab treatment that blocking IL-6 receptors was used with significant clinical

improvement [5]. There are currently no curative or preventive therapies for COVID-19, highlighting the need to block other cytokines that could reduce the incidence of COVID-19 severity and death is essential. In this article we will report two observations of two patients with a severe form of COVID-19 associated with CS where besides IL-6, IL-17 is also found at very high levels

2 CASE 1

The first case concerns a 28-years women at 21weeks of gestation (Gravida 3, Para 2) with no comorbidity factors or notable medical history. Her pregnancy had been without complications. The patient initially tested positive for COVID-19 by quantitative real time polymerase chain reaction (qRT-PCR), from a nasopharyngeal swab. She was managed as an outpatient for two days until the development of worsening dyspnea and hypoxia. At this time, she was transferred and admitted to the university hospital for higher-level care. Before hospitalization, the patient received azithromycin 500 mg daily in the first day of diagnostic followed by 250 mg daily, 1000 mg of vitamin C, 45 mg of zinc twice daily and 25000 UI of vitamin D. On admission to the intensive care unit, the patient presented with an acute respiratory distress syndrome, fever at 38° C and with oxygen saturation of 73% at ambient air. She received oxygen therapy with a high concentration mask and the saturation was increased to 93%. Complete blood cell count showed elevated white blood cell count (WBC), ($13.31 \times 10^3/\mu\text{l}$), elevated neutrophil ($10.38 \times 10^3/\mu\text{l}$) and anemia. Laboratory tests have also shown hypoalbuminemia, elevated C-reactive protein (CRP) and hyperfibrinogenemia (Table 1).

Table 1. Laboratory values of the case 1

Biological parameter	At admission	Second day	Third day	Fifth day	Sixth day	Range
RBC	-	-	3.27×10^6	3.01×10^6	2.87×10^6	$3,50-5,50 \times 10^6/\mu\text{l}$
HB	-	-	9.6	8.6	8.3	12-16 g/dl
WBC	-	-	13.31×10^3	23.39×10^3	9.53×10^3	$4-10 \times 10^3/\mu\text{l}$
Neutrophils	-	-	11.38×10^3	19.44×10^3	7.34×10^3	$1.50-7 \times 10^3/\mu\text{l}$
Lymphocytes	-	-	1.21×10^3	2.62×10^3	1.16×10^3	$1,5 \times 10^3/\mu\text{l}$
Plaquettes	-	-	436×10^3	500×10^3	277×10^3	$150-400 \times 10^3/\mu\text{l}$
Ferritinemia	130	165	201	218	-	15-200 ng/ml
Serum creatinine	5.8	5.2	5.6	10.7	40.9	5.7-11,1 mg/l
Uremia	0.09	0.09	0.12	0.27	0.78	0.13-0.43 g/l
ASAT	22	18	17	11	25	5-34 UI/l
ALAT	10	9	7	8	7	0-55 UI/l
CRP	269	174	150	208	159	0-5 mg/l
Albuminemia	-	25	26	25	22	35-52 g/l
Prothrombin	-	-	85	71	57	70-140%
APTT	-	-	30.7	35	72.5	23-33 Sec
Fibrinogen	-	-	8.20	6.58	5.67	2-4 g/l
Procalcitonin	0.33	0.28	-	1,62	16.58	<0.5 ng/ml
Troponin	-	-	4.6	54.1	432	0-15 ng/l

RBC: red blood cell count, HB: haemoglobin, WBC: white blood cell count, APTT: activated partial thromboplastin time, ASAT: aspartate aminotransferase, ALAT: alanine aminotransferase

No liver or renal dysfunctions were observed. The patient was treated with antibiotics (azithromycin, ceftriaxone). Besides, she received methylprednisolone 80 mg twice daily and Enoxaparin 100 IU/kg/12h. Due to persistent hypoxemia and hypercapnia at the third day of hospitalisation the patient was intubated and protective ventilation initiated. Laboratory tests showed worsening anemia, a greater increase in white blood cell counts, elevated platelet count, hypoalbuminemia, elevated C-reactive protein, hyperfibrinogenemia a slight increase in ferritinemia and rising activated partial thromboplastin time (APTT). She deteriorated into multisystem organ failure, comprising acute respiratory, acute kidney injury and acute coagulopathy with markedly elevated inflammatory markers concerning for cytokine storm. We measured plasma levels of 7 cytokines involved in the immune response; IL-2, IL-4, IL-6, IL-10, IL-17A, TNF- α and IFN- γ (Table 2). High levels of IL-6 and IL-

17A were found (IL-6=23.46 pg/mL and IL-17=161.51 pg/mL). Unfortunately, the patient died the same day because of the multi-organ failure secondary to the cytokine storm.

Table 2. Plasma Levels of the cytokines of the two patients

	IL-17A (pg/mL)	IFN- γ (pg/mL)	TNF- α (pg/mL)	IL-10 (pg/mL)	IL-6 (pg/mL)	IL-4 (pg/mL)	IL-2 (pg/mL)
Case 1	161,51	5,00	7,98	11,97	23,46	4,15	8,67
Case 2	69,86	15,34	15,72	25,48	119,87	28,03	11,69

3 CASE 2

A 77-year-old man with a past medical history of diabetes and hypertension presented to the university Hospital with a fever of 38.5°C, fatigue, dyspnea, and oxygen saturation of 86% on ambient air. The patient was admitted to the hospital and a nasopharyngeal swab was performed and the patient was tested for SARS-CoV-2 by qRT-PCR, which proved to be positive. On admission, laboratory tests reveal elevated WBC ($12.74 \times 10^3/\mu\text{l}$), elevated neutrophils ($10.37 \times 10^3/\mu\text{l}$), elevated CRP (289 mg/l), hyperfibrinogenemia (8.69 g/l) increase in ferritinemia (3780 ng/ml) elevated hypersensitive troponin (132 ng/l) ASAT at 49 IU/L (Table 3).

Table 3. Laboratory values of the case 2

Biological parameter	At admission	Second day	Third day	Range
RBC	-	4.42×10^6	4.40×10^6	$3.50-5.50 \times 10^6/\mu\text{l}$
HB	-	14.5	14.5	12-16 g/dl
WBC	-	12.74×10^3	28.39×10^3	$4-10 \times 10^3/\mu\text{l}$
Neutrophils	-	10.37×10^3	26.64×10^3	$1.50-7 \times 10^3/\mu\text{l}$
Lymphocytes	-	1.71×10^3	1.01×10^3	$1.5 \times 10^3/\mu\text{l}$
Plaquettes	-	428×10^3	306×10^3	$150-400 \times 10^3/\mu\text{l}$
Ferritinemia	-	3780	3800	15-200 ng/ml
Serum creatinine	-	10.8	38.6	5.7-11.1 mg/l
uremia	-	0.66	1.50	0.13-0.43
ASAT	42	49	406	5-34 UI/l
ALAT	24	26	114	0-55 UI/l
CRP	353	289	189	0-5 mg/l
Albuminemia	-	30	30	35-52 g/l
Prothrombin	-	86	47	70-140%
APTT	-	30.7	38.7	23-33 Sec
Fibrinogen	-	8.69	2.32	2-4 g/l
Procalcitonin	-	0.29	-	<0.5 ng/ml
Troponin	53	132	-	0-15 ng/l
D-Dimère	-	-	1.57	<0.28 mg/l

RBC: red blood cell count, HB: haemoglobin, WBC: white blood cell count, APTT: activated partial thromboplastin time, ASAT: aspartate aminotransferase, ALAT: alanine aminotransferase

The patient was started on the following treatment regimen: high concentration of oxygen (the saturation was increased to 96%), azithromycin 500 mg first day followed by 250 mg daily, hydroxychloroquine sulfate 400 mg/12 h the first day followed by 200 mg/ 12 h, enoxaparin sodium 80 mg/12 h and dexamethasone 4 mg/12 h. The patient was also given vitamin C, zinc, and vitamin D supplements. On the 3th day after admission, the patient suffered from severe respiratory distress, his hypoxemia and dyspnea worsened, so he was immediately given invasive ventilation. Laboratory tests shown elevated CRP (189 mg/l), increase in ferritinemia (3800 ng/ml), elevated serum creatinine 38.6 mg/l and uremia at 1.5 g/l. liver tests showed that aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase were 12 and 2 times upper level of normal and progressive deterioration in coagulation parameters (table 3). The patient was suspected to have a cytokine storm. Indeed, high levels of IL-6 and IL-17A were found (IL 6=119.87 pg/mL and IL 17=69.86 pg/mL) (Table 2). A single dose of Tocilizumab 400 mg was

administrated. Clinical, respiratory conditions and oxygen saturation are expected to start to improve 24 h after tocilizumab administration. However, no improvement was observed. The patient developed concomitant acute limb ischemia and acute myocardial infarction. He died 24 hours later.

4 DISCUSSION

CS is a systemic inflammatory syndrome which leads to aberrant release of cytokines. This syndrome is triggered by various therapies, cancers, autoimmune diseases and pathogens. A host of pathogens have been described as cause of CS including severe acute respiratory syndrome Coronavirus (SARS Cov) [6] and Middle East respiratory syndrome Coronavirus (MERS Cov). Patients usually present with fever, fatigue, anorexia, headache, rash, diarrhea, arthralgia, myalgia, and neuropsychiatric findings. Severe cases progress to multiorgan failure such as acute respiratory distress syndrome (ARDS), renal failure, and acute liver injury. Some cases can progress rapidly to disseminated intravascular coagulation with vascular occlusion. Here ARDS is not commonly due to the viral load but due to the exuberant immune response, and results in CS. The laboratory findings in the CS are variable and comprise elevated CRP, hypertriglyceridemia, various blood-count abnormalities, such as leukocytosis, leukopenia, anemia, thrombocytopenia, elevated ferritin and D-dimer levels. Patients have also elevated serum levels of proinflammatory cytokines such as IL-1B IL-6 IL-8 IL-17 GM-CSF G-CSF. IL-6 plays a central role in CS and is the most frequently reported cytokine to be increased in COVID-19 patients [7]. IL-6 is a pleiotropic cytokine with redundant functional activity. It's mainly produced, in inflammation by macrophages, T cells, and endothelial cells and it's expressed to participate in host defence by activating acute-phase reactions, immune responses and hematopoiesis. However, immune hyperactivation in CS amplified levels of cytokines that will have systemic effects and cause collateral damage to vital organ systems. Indeed, IL-6 rapidly stimulates the synthesis of acute phase proteins such as CRP, serum amyloid protein A, and antitrypsin. It's directly induces vascular hyperpermeability, thereby resulting in tissue damage and induces tissue factor expression on the cell surface of monocytes and triggers a coagulation cascade, leading to activation of thrombin and formation of fibrin clots. IL-6 inhibits the cytotoxic activity of Natural killer cells by reducing perforin and granzyme B. Naïve T CD4+ cells in the presence of transforming growth factor β (TGF β) and IL-6, will differentiate into T helper 17 cells responsible for secreting IL-17A and IL-17F, which target macrophages, dendritic cells, endothelial cells, and fibroblasts to increase the production of IL-1, IL-6, and TNF. IL 17 has several other functions including the production of chemokines such as IL-8, monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1), the production of the hematopoietic cytokine that stimulates the expansion of myeloid lineages.

Studies have demonstrated the involvement of proinflammatory cytokines in several respiratory system diseases. In particular, IL-6 and IL-17 have been shown to play a role in increasing risk of airway disease [8]. Elevated IL-17 is also observed in MERS-CoV and SARS-CoV patients [9]. Given the role that IL-6 plays in CS targeting this cytokine therapeutically in response to COVID-19 infection has demonstrated encouraging results.

The first observation reported the case of a young pregnant woman with no significant pathological history or risk factors who developed a severe form of COVID-19 with a cytokine storm, high levels of IL-6 and IL-17 and a multi organ failure that died before the introduction of Tocilizumab. Pregnancy increases the risk for severe illness with COVID-19, because of the physiologic immune suppression. Indeed, it's a risk factor for death, pneumonia and intensive care unit admission in SARS-CoV-2-infected women of reproductive age compared to non-pregnant women [10]. The second observation described in this work was that of a man who had risk factors of comorbidities (diabetes and hypertension) and developed a severe form of COVID-19 associated with a cytokine storm, high levels of IL-6 and IL-17 which caused multi organ failure (hepatitis, renal and respiratory) despite administration of Tocilizumab the patient's condition was complicated by arterial ischemia in the lower limb and death.

The early treatment of CS is essential to avoid irreversible tissue damage; special attention for blocking other cytokine that could reduce COVID-19 impact appears as a promising therapeutic. In the two described observations high levels of IL17 are noted, blocking IL-17 to manage COVID-19 patients could be a therapeutic strategy. IL-6 and IL-17 synergistically promote viral persistence by protecting virus-infected cells from apoptosis [11]. Further investigations are needed to determine if we will have to target IL-17 alone or in combination with IL-6.

5 CONCLUSION

To date, there is neither a reliable safe vaccine nor an effective safe treatment modality, specifically designed to treat COVID-19 and it will take several years to develop specific drugs, immunotherapy can play a crucial role in COVID-19 management. The inhibition of the IL-17 as therapy should be taken into consideration. There are several antibody-based TH17 blockades available. However, further clinical research is mandatory in this regard.

REFERENCES

- [1] Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, Zhang L, Fan G, Xu J, Gu X, Cheng Z. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *The lancet*. 2020 Feb 15; 395 (10223): 497-506.
- [2] Mehta P, McAuley DF, Brown M, Sanchez E, Tattersall RS, Manson JJ. COVID-19: consider cytokine storm syndromes and immunosuppression. *The lancet*. 2020 Mar 28; 395 (10229): 1033-4.
- [3] David C, Fajgenbaum MD, Carl H, June MD. Cytokine Storm. December 3, 2020. *N. Engl. J. Med*. 2020; 383: 2255-73.
- [4] Fu B, Xu X, Wei H. Why tocilizumab could be an effective treatment for severe COVID-19?. *Journal of translational medicine*. 2020 Dec; 18 (1): 1-5.
- [5] Toniati P, Piva S, Cattalini M, Garrafa E, Regola F, Castelli F, Franceschini F, Focà E, Andreoli L, Latronico N, Research BI. Tocilizumab for the treatment of severe COVID-19 pneumonia with hyperinflammatory syndrome and acute respiratory failure: a single center study of 100 patients in Brescia, Italy. *Autoimmunity reviews*. 2020 May 3: 102568.
- [6] Huang KJ, Su IJ, Theron M, Wu YC, Lai SK, Liu CC, Lei HY. An interferon- γ -related cytokine storm in SARS patients. *Journal of medical virology*. 2005 Feb; 75 (2): 185-94.
- [7] Lucas C, Wong P, Klein J, Castro TB, Silva J, Sundaram M, Ellingson MK, Mao T, Oh JE, Israelow B, Takahashi T. Longitudinal analyses reveal immunological misfiring in severe COVID-19. *Nature*. 2020 Aug; 584 (7821): 463-9.
- [8] Adler KB, Fischer BM, Wright DT, Cohn LA, Becker S. Interactions between respiratory epithelial cells and cytokines: relationships to lung inflammation. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1994 Jul; 725 (1): 128-45.
- [9] Josset L, Menachery VD, Gralinski LE, Agnihothram S, Sova P, Carter VS, Yount BL, Graham RL, Baric RS, Katze MG. Cell host response to infection with novel human coronavirus EMC predicts potential antivirals and important differences with SARS coronavirus. *MBio*. 2013 Jul 1; 4 (3).
- [10] Martinez-Portilla RJ, Sotiriadis A, Chatzakis C, Torres-Torres J, Espino y Sosa S, Sandoval-Mandujano K, Castro-Bernabe DA, Medina-Jimenez V, Monarrez-Martin JC, Figueras F, Poon LC. Pregnant women with SARS-CoV-2 infection are at higher risk of death and pneumonia: propensity score matched analysis of a nationwide prospective cohort (COV19Mx). *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*. 2021 Feb; 57 (2): 224-31.
- [11] Hou W, Jin YH, Kang HS, Kim BS. Interleukin-6 (IL-6) and IL-17 synergistically promote viral persistence by inhibiting cellular apoptosis and cytotoxic T cell function. *Journal of virology*. 2014 Aug 1; 88 (15): 8479-89.

Nouvelle application Android pour le télé-monitoring en temps réel des paramètres biologiques d'état de cicatrisation d'une peau humaine brûlée au deuxième degré

[New Android application for real-time remote monitoring of the biological parameters of the state of healing of human skin with second-degree burns]

Habiba¹, Jean Mbihi², and Romuald Nzuku³

¹Laboratoire de Recherche en Génie Informatique et Automatique, Université de Douala,
École Normale Supérieure de l'Enseignement Technique, Douala, Cameroon

²Laboratoire de Recherche en Génie Informatique et Automatique, Université de Douala,
École Normale Supérieure de l'Enseignement Technique, Douala, Cameroon

³Hôpital de District de Deido, Douala, Cameroon

Copyright © 2023 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 focuses on the design and implementation of a new *Android biomedical application*. It is usable for remote monitoring on smartphone, and can acquire and remote monitoring at real time a total of 4 biologic state parameters, of the 2nd degree *burned skin* of patients. The local digital acquisition of these parameters is done by a new custom local biomedical instrument developed and well tested in our previous research works. The proposed Android application is built within *App Inventor framework*, which is an Android application development tool without high level programming requirements, and offering to developers' facilities for creating interactive graphical interfaces, as well as intuitive associated edition blocks. The proposed biomedical application offers to users a convivial man user interface, as well as a rich menu system involving the lists of the following biomedical functionalities: doctors, *biological parameters*, patients and medical prescriptions in distress cases.

KEYWORDS: Android application, burned skin, Android biomedical application, smartphone monitoring, App Inventor, biomedical functionalities, biological parameters.

RESUME: Cet article porte sur la conception et l'implémentation d'une nouvelle *application biomédicale Android*. Elle est utilisable pour le *monitoring sur smartphone distant*, et peut acquérir en temps réel avec monitoring un total de 4 paramètres biologiques d'état de cicatrisation de la *peau brûlée* au 2^e degré des patients. L'acquisition numérique locale de ces paramètres est assurée par un nouvel *instrument biomédical* propriétaire, développé et bien testé dans le cadre de nos travaux de recherche antérieurs. L'application Android proposé est construite dans la plateforme *App Inventor*, qui est un outil de développement d'application Android sans exigence de programmation de bas niveau, et offrant des facilités de création d'interfaces graphiques interactives ainsi que des blocs d'édition intuitifs. L'application d'instrumentation biomédicale proposée, offre aux utilisateurs une interface homme-machine conviviale, ainsi qu'un riche système de menu, contenant les listes de *fonctionnalités biomédicales* suivantes: docteurs, paramètres *biologiques*, patients et prescriptions médicales en cas de détresses.

MOTS-CLEFS: Application Android, peau brûlée, application biomédicale Android, monitoring sur smartphone, App Inventor, fonctionnalités biomédicales, paramètres biologiques.

1 INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, Internet et la téléphonie mobile ont profondément transformé nos modes de communication. Le secteur de la santé s'est saisi des nouvelles techniques tant du côté des professionnels de santé, que de celui des usagers. La téléphonie mobile via les applications et les objets connectés permettent de mieux suivre et de partager facilement ses données. La santé, autrefois réservée au milieu médical [1]. C'est ainsi que la santé mobile a révolutionné les pratiques médicales et de santé publique grâce aux dispositifs mobiles tels que les téléphones portables, les systèmes de surveillance des patients, ainsi que les assistants numériques personnels utilisant des technologies WIFI, Bluetooth voir BLE [2]. Cela englobe également les applications mobiles concernant le mode de vie, le monitoring des paramètres biologiques et le bien-être qui peuvent se connecter à des dispositifs médicaux ou capteurs (bracelets, montres, dispositif smart-textile), ainsi que les systèmes de conseil personnalisés, les informations de santé et rappels de prise de médicament envoyés par SMS et la télémédecine pratiquée par communication sans fil [3, 4].

Par ailleurs, la surveillance des paramètres biologiques humains à l'aide d'appareils mobiles Android, est devenue un domaine de recherche de plus en plus attrayant, faisant appel aux préoccupations de santé et de bien-être général du grand public [5, 6]. C'est ainsi qu'il existe de nos jours plusieurs dispositifs technologiques de surveillance en continu de la fréquence cardiaque [7, 8]. Cependant, aucun de ces dispositifs ne permet de suivre en continu l'ensemble des données biologiques requises, pour les soins conformes des victimes de brûlures graves dans les structures hospitalières. Ainsi, le monitoring de l'ensemble des paramètres biologiques des patients, demeure un sérieux problème de gestion de la logistique et de la durée des soins applicables des patients brûlés au 2^e degré. Face au manque dans les structures hospitalières de dispositifs d'instrumentation biomédicale pour patients grièvement blessés, un instrument numérique biomédical propriétaire assisté par micro-chip ESP32, a été récemment conçu et prototypé [9]. Rappelons que les quatre paramètres biologiques cibles assignés à cet instrument pour patients brûlés au 2^e degré sont: fréquence cardiaque, profondeur de la brûlure, étendue de la brûlure et humidité et température. Cependant, cet instrument est un dispositif électronique d'*instrumentation locale* muni d'une cible de *monitoring LCD*. Ces limitations opérationnelles ont motivé le besoin de son extension dans le cadre d'un nouveau projet d'instrumentation mobile Android, en vue d'une gestion en temps réel des quatre fonctionnalités biomédicales prévues, à partir d'un terminal smartphone.

Cet article porte sur une application Android de monitoring à distance de quatre importants paramètres biologiques d'état de cicatrisation d'une personne victime de brûlure de 2nd degré. Il s'agit donc d'une extension. Évidemment, l'ensemble du dispositif constitué de l'instrument numérique local de base et de l'application mobile Android initié pour les besoins de télé-instrumentation à distance, constitue un précieux nouveau télé-instrument à vocation future pleinement IoT (Internet of Things). Les sections suivantes de cet article sont organisées comme suit: Dans la section 2, les outils et méthodes de création et de mise en œuvre de cette application biomédicale Android sont présentés. Ensuite, la section 3 présente les résultats d'essais obtenus, suivie la section 4 portant sur la conclusion de l'article.

2 OUTILS ET MÉTHODES

2.1 SCHÉMA BLOC

La Fig. 1 illustre le schéma bloc du système de communication WIFI entre le patient brûlé au second degré et l'opérateur terminal de l'application Android à développer, via l'instrument local d'acquisition numérique des paramètres biologiques requis du patient. On peut bien observer sur ce schéma plusieurs blocs opérationnels qui font partie de l'architecture du nouveau dispositif d'ensemble d'instrumentation médicale mobile Android.

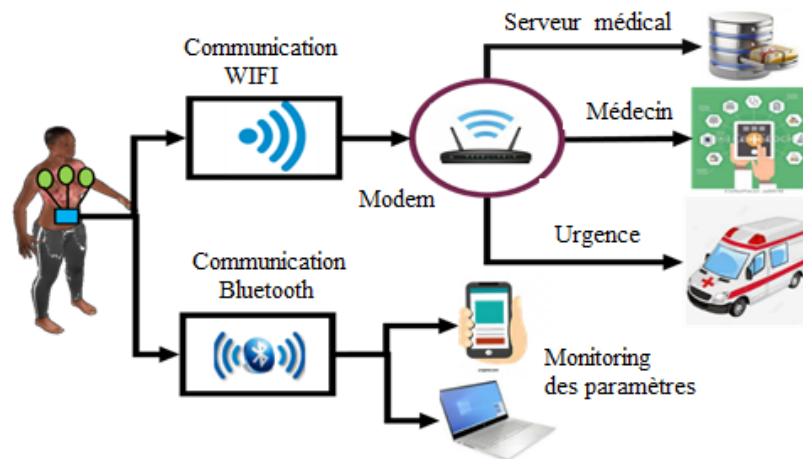


Fig. 1. Schéma de l'architecture de communication

2.2 CONCEPTION EN UML DE NOTRE APPLICATION

Dans le but de modéliser notre application, nous avons utilisé trois diagrammes UML: le diagramme de cas d'utilisation, le diagramme de séquence et le diagramme de classes.

2.2.1 DIAGRAMME DE CAS D'UTILISATION

Les diagrammes de cas d'utilisation (DCU) sont des diagrammes UML utilisés pour une représentation du comportement fonctionnel d'un système logiciel. Ils sont utiles pour des présentations auprès de la direction ou des acteurs d'un projet, mais pour le développement, logiciel les cas d'utilisation sont plus appropriés. L'utilisateur peut être toute personne propriétaire d'un téléphone doté du système d'exploitation Android. L'application propose trois activités: l'identification de l'utilisateur, inscription des coordonnées du patient, et la réception des paramètres biologique. La figure 2 présente le diagramme de cas d'utilisation relative notre application:

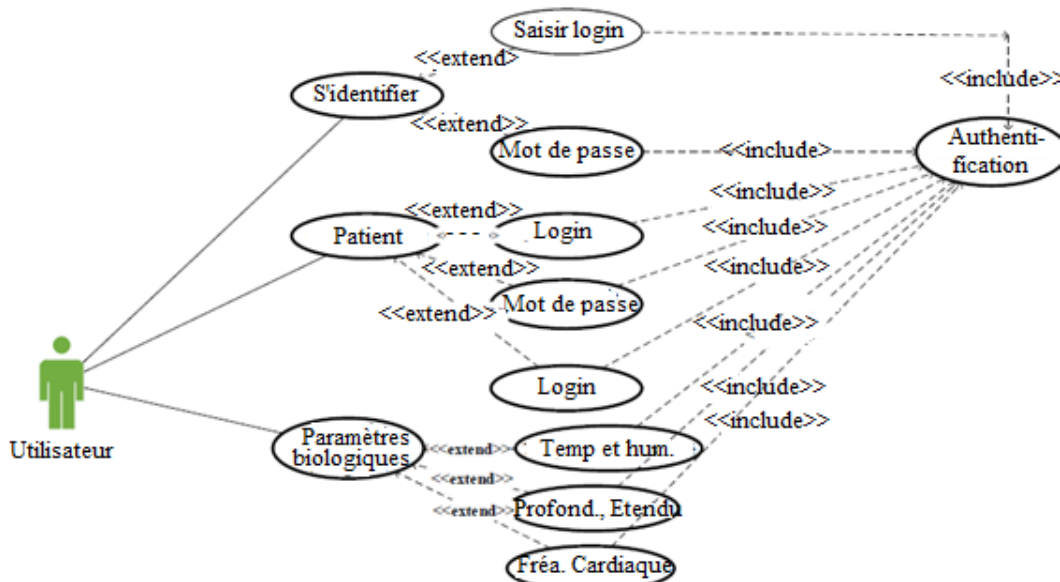


Fig. 2. Diagramme de cas d'utilisation de l'application android

2.2.2 DIAGRAMME DE SÉQUENCE

Le diagramme de séquence permet de montrer les interactions d'objets dans le cadre d'un scénario d'un Diagramme des cas d'utilisation. Dans un souci de simplification, on représente l'acteur principal à gauche du diagramme, et les acteurs secondaires éventuels à droite du système. Le but étant de décrire comment se déroulent les actions entre les acteurs ou objets les différents diagrammes de séquence de notre application sont présentés ci-dessous.

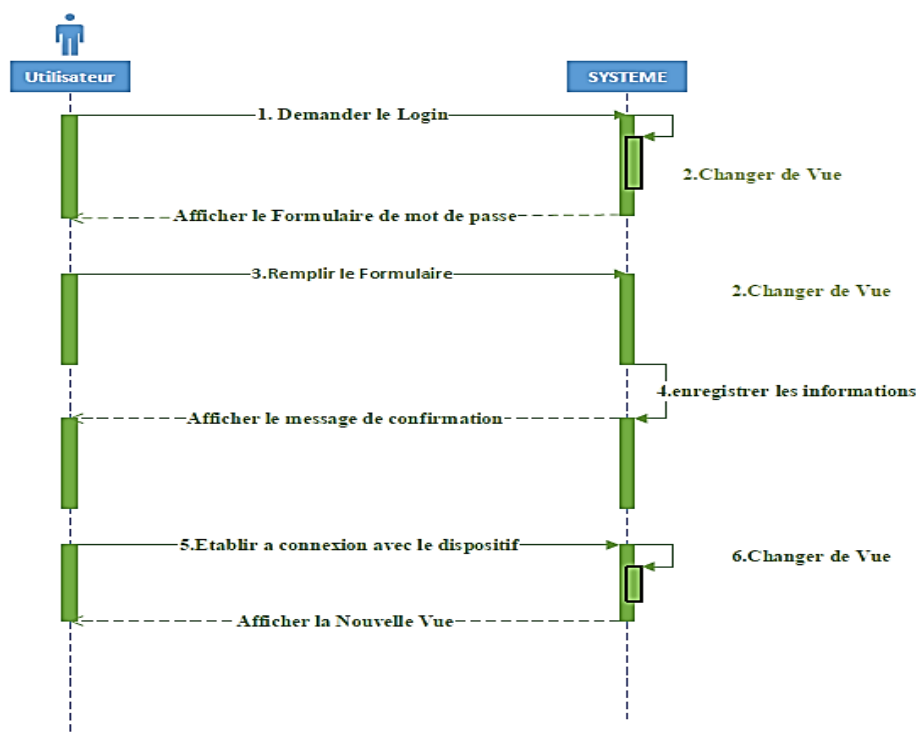


Fig. 3. Diagramme de séquence de connexion à l'application

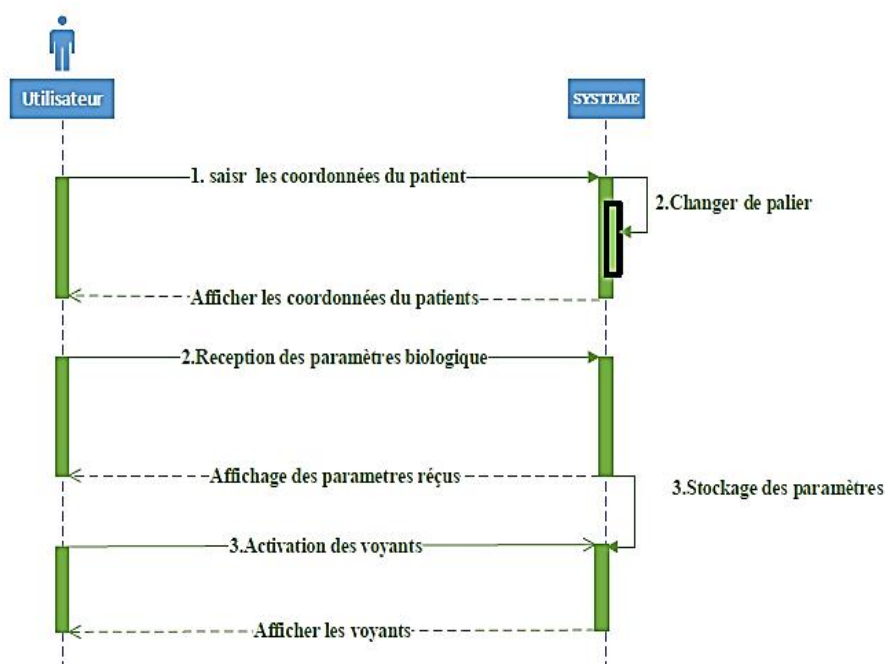


Fig. 4. Diagramme de séquence de l'acquisition des coordonnées et paramètres biologiques du patient

2.2.3 DIAGRAMME DE CLASSE

Le diagramme de classes est un schéma utilisé en génie logiciel pour présenter les classes et les interfaces des systèmes ainsi que leurs relations. Ce diagramme fait partie de la partie de la partie statique d'UML, ne s'intéressant pas aux aspects temporels et dynamiques.

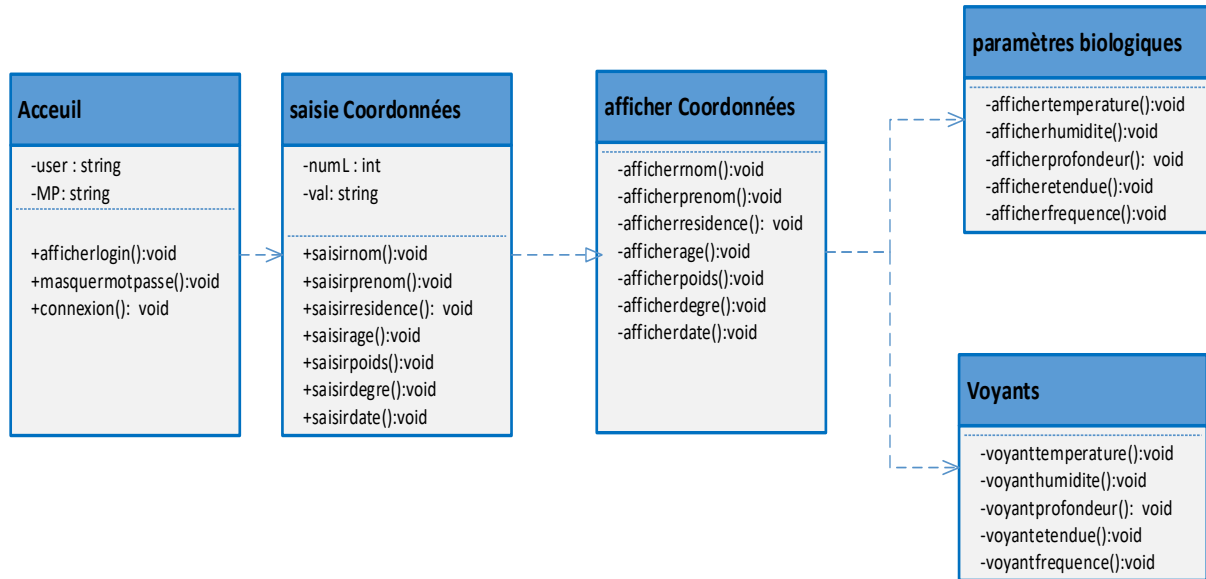


Fig. 5. Diagramme de classe de notre application

2.3 SUPPORT DE COMMUNICATION SANS FIL

La transmission sans fil est un mode de communication à distance des ondes électromagnétiques modulées comme vecteur avec celles-ci, les distances peuvent être courtes [10]. Les applications les plus courantes de la transmission sans fil incluent les téléphones portables, les GPS, les souris et les claviers d'ordinateur, les réseaux informatiques étendus (les WAN), les casques audio, les récepteurs radio et la télévision par satellite [11]. Il existe plusieurs mode de communication sans fil pour le carde de cet article, nous utiliserons les plus connus le Bluetooth et le WIFI: Le Bluetooth est une norme de communication permettant l'échange bidirectionnel de données à courte distance en utilisant des ondes radio UHF sur la bande de fréquence de 2,4 GHz. Son but est de simplifier les connexions entre les appareils électroniques à proximité en supprimant des liaisons filaires. Elle peut remplacer par exemple les câbles entre ordinateurs, tablettes, haut-parleurs, téléphones mobiles entre eux ou avec des imprimantes, scanners, claviers, souris, manettes de jeu vidéo, téléphones portables, assistants personnels, systèmes avec mains libres pour microphones ou écouteurs, autoradios, appareils photo numériques, lecteurs de code-barres et bornes publicitaires interactives [12]. Le Wi-Fi est un ensemble de protocoles de communication sans fil régis par les normes du groupe IEEE 802.11 (ISO/CEI 8802-11). Un réseau Wi-Fi permet de relier par ondes radio plusieurs appareils informatiques (ordinateurs, routeur, smartphone; modem; internet, etc.) Au sein d'un réseau informatique afin de permettre la transmission de données entre eux [12]. Le tableau 1 présente une comparaison entre ces deux types supports de communications.

Tableau 1. Comparaison entre le Bluetooth et le WIFI

Éléments	Bluetooth	WIFI
Plages de fréquences	2.4 GHz et 2.48 GHz	2.4 GHz et 5 GHz
Consommation d'énergie	Faible	Élevé
Sécurité	Moins sécurisé	Sécurité meilleurs
Portée	15 mètres	100mètres
Facilité d'utilisation	Assez simple à utiliser	Complexe
Bande passante	Faible	Élevé
Techniques de modulation	GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)	OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)

2.4 MISE EN ŒUVRE DE L'APPLICATION ANDROÏDE PROPOSE

Avec Bluetooth Low Energy et le WIFI, la communication est répartie en partie: le serveur ESP32 et le client qui est l'application Androïde. L'ESP32 peut agir soit en tant que client, soit en tant que serveur. Le serveur annonce son existence, afin qu'il puisse être trouvé par d'autres appareils et contient des données que le client peut lire. Le client analyse les appareils à proximité et lorsqu'il trouve le serveur qu'il recherche, il établit une connexion et écoute les données entrantes. C'est ce qu'on appelle la communication point à point. Dans le tableau 2 présente les différentes librairie et accessoires logiciels qui nous ont permis de concevoir l'application côté serveur et clients.

Tableau 2. Logiciels utilisés pour la construction de l'application mobile

N°	Eléments	Descriptions
1	Serial Bluetooth Terminal	Cette bibliothèque vous donne accès à un port série Bluetooth sur les appareils Android dotés de Bluetooth. Il est structuré à l'aide de l'API de la bibliothèque Serial de Processing, de sorte que ceux qui connaissent Serial devraient pouvoir faire les mêmes choses qu'avec Serial.
2	arduino-esp32/gh-pages/package_esp32_index.json	Ce package permet de configurer l'environnement de développement arduino pour qu'elle puisse reconnaître l'ESP32 afin de la programmer
3	MIT App Inventor	C'est un logiciel de développement d'applications créé par Google, pour pallier la difficulté d'utilisation d'Android Studio par des débutants. Il est actuellement entretenu par le Massachusetts Institute of Technology (MIT). Il simplifie le développement des applications sous Android et le rend accessible même pour les novices et ceux qui ne sont pas familiers avec les langages de programmation. Il est basé sur une interface graphique similaire à Scratch et à celle de Star Logo TNG (en)

La figure 6 présente l'échantillon de copie d'écran de MIT App Inventor, qui ressort un aspect de la phase de développement de l'interface utilisateur et de la fenêtre du block fonctionnel associé à un objet actif de cette interface.

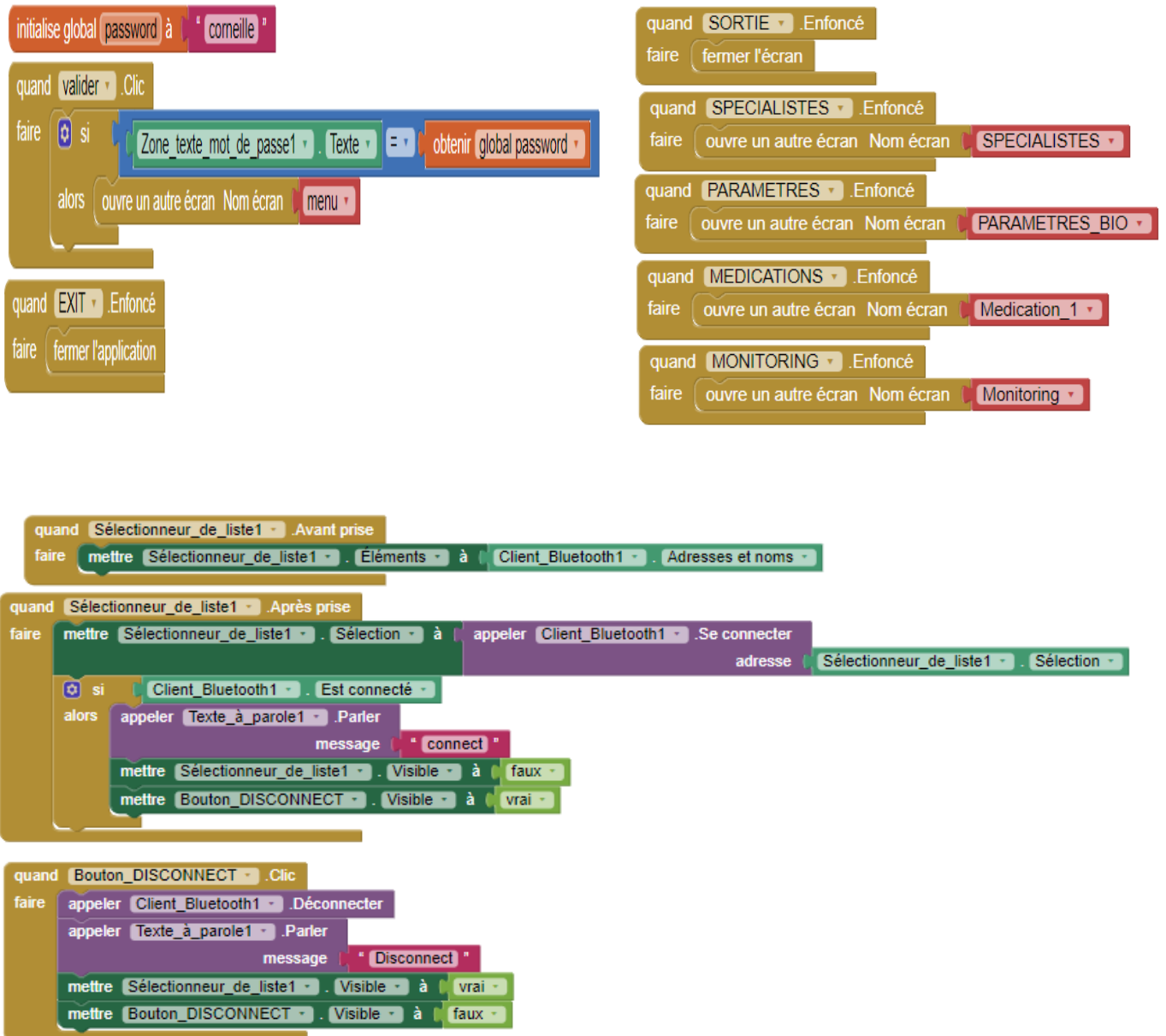


Fig. 6. Échantillon de copie d'écran d'App Inventor

3 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Notre application est développée de façon incrémentale et itérative ce qui nous a permis d'avoir les figures 7 et 8.

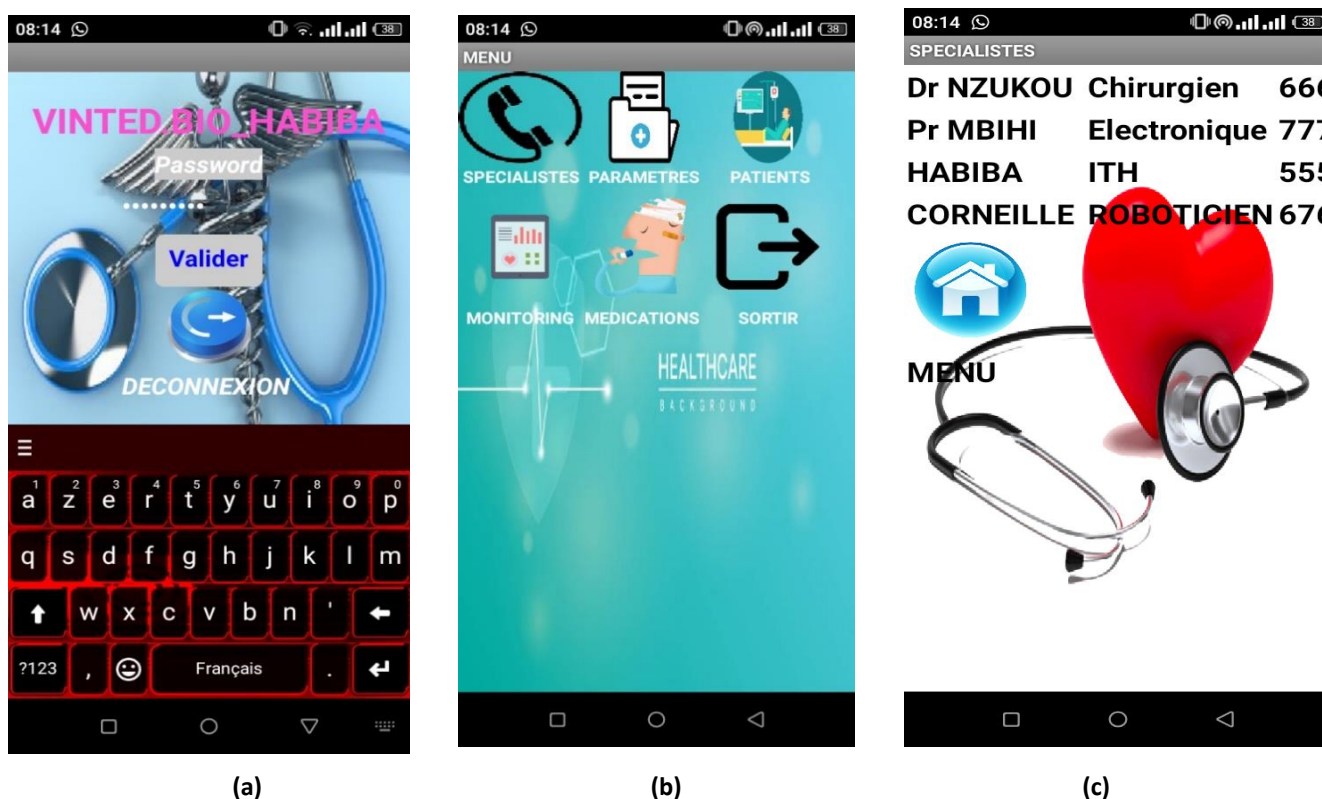


Fig. 7. (a) Interface d'authentification, (b) Menu, (c) liste des spécialistes

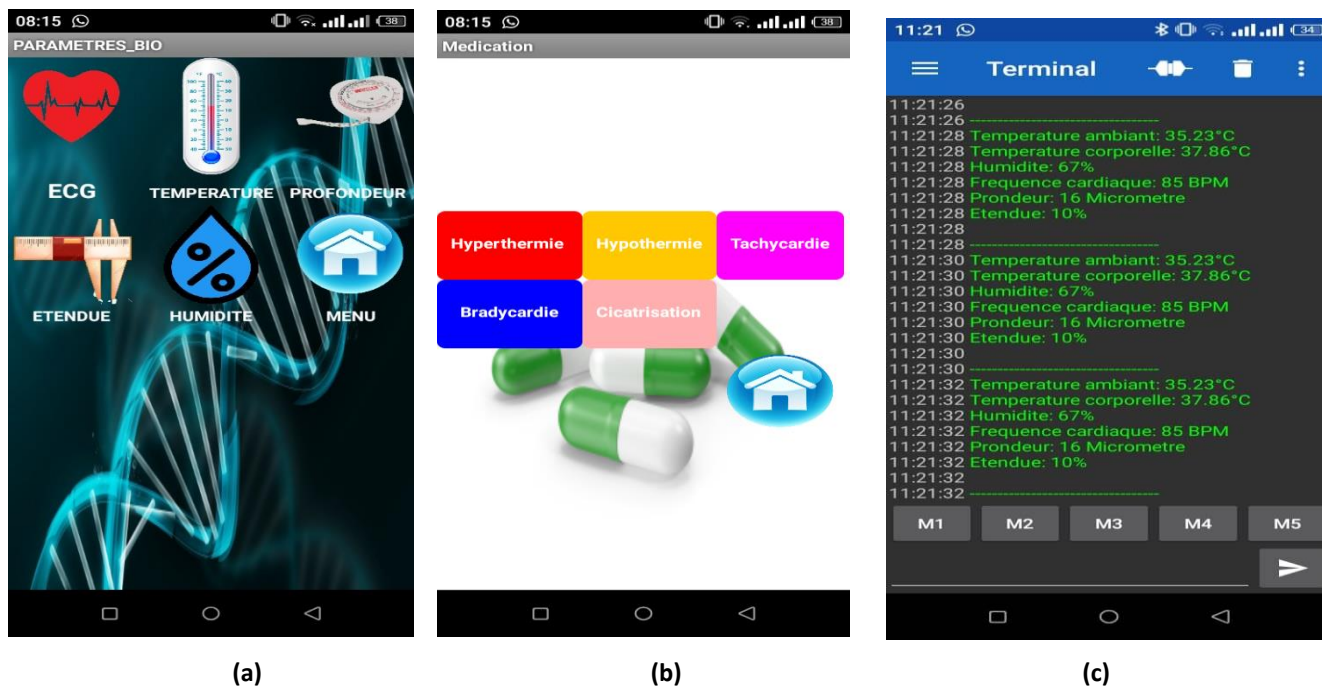


Fig. 8. (a) Interface des Paramètres biologiques, (b) Interface de médication, (c) Interface de réception des paramètres biologique

La signalisation de détresse permet ici de notifier l'utilisateur, en cas d'une anomalie thermique, arythmie cardiaque; auquel cas le système déclenchera une alarme sonore. Il est annoté que lors d'une détresse les alarmes sur le dispositif et dans l'application seront mises en marche de façon synchrone, selon la distance entre l'utilisateur et le dispositif il aura l'opportunité de pouvoir choisir le canal de communication c'est-à-dire le Bluetooth où le WIFI. Étant donnée la sensibilité des paramètres biologiques, nous avons opté pour la sécurisation de des paramètres en question une restriction sur de l'accès à Internet. De ce fait, l'utilisation de l'application ne pourra pas être effective a dans un rayon de 100m pour une utilisation en mode WIFI et 15m pour le Bluetooth.

4 CONCLUSION

Cet article est la première confirmation expérimentale de la faisabilité et de la qualité sur l'application androïde de monitoring à distance des paramètres biologiques d'état de cicatrisation d'une peau humaine brulée au deuxième degré les résultats ont été obtenus après conception de l'application. Il s'agit donc d'une nouvelle approche efficace, techniquement et technologiquement orientée vers la mise en œuvre pour l'évolution de la télémédecine. Pour y parvenir, il serait nécessaire de déterminer expérimentalement l'évolution biologique de la cicatrisation des plaies, ce serait aussi passionnant, dans le cadre de projets de recherche plus ambitieux d'implémenter. Dans ce nouvel instrument les d'interprétation biomédicales des paramètres prédiction des pathologies en temps réel, des données issues du patient ceci grâce à l'intelligence artificielle.

REFERENCES

- [1] Scala B. E-santé: La médecine à l'ère du numérique. Sciences et santé, 2016, n°29, pp. 22-33.
En ligne: http://www.inserm.fr/mediatheque/infr-grand-public/fichiers/science-sante/ss29_janvier_fevrier_2016.
- [2] OMS. «m-Health - New horizons for health through mobile technologies», Global Observatory for eHealth series, 2011, vol. 3, p. 6. En ligne: http://www.who.int/goe/publications/goe_mhealth_web.pdf
- [3] WEKA. Les objets connectés au service de la prévention de la santé. Saint-Denis: EditionsWeka, 2015.
En ligne: <http://www.weka.fr/actualite/sante/article/les-objets-connectes-au-service-de-la-prevention-de-la-sante/>.
- [4] CNOM. Santé connectée. De la e-santé à la santé connectée. Le Livre Blanc du Conseil national de l'Ordre des médecins. Paris: CNOM, 2015, p. 9.
En ligne: <https://www.conseil-national.medecin.fr/sites/default/files/medecins-sante-connectee.pdf>
- [5] Brice L., Crouette P., Jauneau-Cottet P., Lautié S. Baromètre du numérique. Paris: Crédoc, 2015, 170 p.
En ligne: <http://www.credoc.fr/pdf/Rapp/R325.pdf>
- [6] Richard J-B. Quelle utilisation internet dans la recherche d'informations santé ? Communication présentée aux 10èmes Journées de la prévention de la santé publique 2015, Paris, France.
- [7] Haute Autorité de santé. Référentiel de bonnes pratiques sur les applications et les objets connectés (Mobile Health ou mHealth). Saint-Denis: HAS, 2016, 59 p.
- [8] Marchand G., Yasini M. Conception et développement d'application de santé mobile: guide de bonnes pratiques. Reims: DMD santé, 2016, 28 p.
- [9] Habiba, Mbihi J. and Nzuku R., «Etude d'un instrument biomédical assisté par ESP32 d'acquisition numérique et monitoring des paramètres biologique d'état de cicatrisation d'une peau humaine brulée au deuxième degré.» International Journal of Innovation and Applied Studies, Vol 56, No. 1, pp. 15-27, August 2021.
- [10] Albert Vasseur, De la TSF à l'électronique, Éditions techniques et scientifiques françaises, Paris, 1975.
- [11] Clayton, P.R. Analysis of Multiconductor Transmission Lines; Wiley: Hoboken, NJ, USA, 2008.
- [12] La norme wifi 802.11n est finalisée depuis le 11 septembre 2009 par l'IEEE: (en) IEEE standard association: News [archive]. Les versions précédentes peuvent, dans certains cas être mises à jour par changement du firmware.

BIOGRAPHIE DES AUTEURS

HABIBA: Assistante au département d'Industrie Textile de l'Habillement à l'ENSET de l'Université de Douala. Elle est actuellement doctorante finissante au laboratoire de génie informatique et automatique parcours type. La thématique de cet article est issue des récents travaux de rédaction de sa thèse de Doctorat/PhD. Elle a contribué à l'établissement des schémas conceptuels orientés UML, de la nouvelle application Android présentée dans cet article. En outre, sa participation aux travaux logistiques de mise en œuvre et d'essais expérimentaux de l'application mobile présentée ici, a été très active. Par ailleurs, Habiba a été 1^{er} auteur d'un article récemment publié, sur le modèle de base d'instrument biomédical assisté par ESP32 pour patients brûlés au 2^e degré. Enfin, Habiba est la spécialiste de l'étude en cours, d'un vêtement électronique-textile à base de sparte de maïs, destiné à l'habillement intelligent dans les centres hospitaliers des patients brûlés au 2^e degré.

Jean MBIHI: Professeur Titulaire d'Université, est coordonnateur du Laboratoire de Recherche en Génie Informatique et Automatique, Coordonnateur de l'équipe de recherche en Électronique-Textile et de l'Habillement Informatique au sein dudit laboratoire, et Directeur Adjoint de l'ENSET de l'Université de Douala. Il est auteur de 80 articles scientifiques publiés. Il est aussi auteur de 06 ouvrages scientifiques publiés dont: 01 aux éditions *Publibook Universités* (Paris, 2005), 01 aux éditions *Ellipses* (Paris, 2012), 02 en français aux éditions *ISTE* (2018, Londres) et 02 (co-édition en anglais) aux éditions *Wiley and Sons* (2018, New Jersey). Par ailleurs il est membre de plusieurs sociétés scientifiques savantes, telles que *WASET* (World Academic of Science, Engineering and Technology), *IAENG* (International Association of Engineers), *RAIFFET* (Réseau Africain des Institutions de Formation des Formateurs de l'Enseignement Technique), *Research Gate*, *Google Play Store Community* et *Academia.Educ*. Dans le cadre de ce projet d'article, il a été superviseur à tous les stades d'évolution des travaux scientifiques présentés. Il a aussi expertisé en profondeur tous les rapports scientifiques demandés, relatifs aux phases de préparation et d'édition dudit article. Par ailleurs, ses recommandations après chaque expertise sur la forme et le fond ainsi que sur l'éthique scientifique, ont permis d'améliorer de manière très constructive l'ensemble du contenu de cet article.

Romuald NZUKU a contribué à l'élaboration du cahier de charge technique et fonctionnel sur le plan médical, il a apporté une contribution clinique sur le contrôle de façon autonome de la température du patient. Ce qui nous a permis de concevoir le système par lequel on parvient correctement à évaluer avec exactitude si un patient fait une hypothermie, s'il fait une hyperthermie aiguë ou si la température est normale; il a également contribué sur l'acquisition du système de gestion du stress, c'est-à-dire la gestion de l'activité cardiaque du patient cela s'est fait correctement et fonctionne très bien, car avec un avis d'un cardiologue (Dr BALLA MIKONDA cardiologue à l'hôpital le Jourdain de Yaoundé) nous avons testé notre système en sa présence et nous avons pu déceler une tachycardie et une bradycardie sur un patient interné dans cette clinique.

Private media tested by political powers in Africa: Case of Togo (2020-2022)]

[Les médias privés à l'épreuve des pouvoirs politiques en Afrique: Cas du Togo (2020-2022)]

Assindah Magnetine

Département de Sociologie, Université de Kara, BP: 43, Kara, Togo

Copyright © 2023 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 freedom of expression and of the press won in the early 1990s with the return of democratization in Africa is still under threat in some countries on the continent. In Togo, where democracy is under construction, it is going through moments of calm and tension despite the decriminalization of press offenses known in the country since 2004. What are the fundamental reasons for the conflicting relations between political power and the private media in Togo? This is the main question posed by this study. To answer this questioning, the reflections are screened through the documentary inventory and the qualitative method, the aim of which is to explain the causes of the difficult relations between the actors in conflict. In terms of results, it appears that the misunderstandings arising from the application to the media and journalists found guilty of press offenses of the sanctions regime recently introduced into the new legal arsenal justify the frustrations of the media. The study also reveals the lack of professionalism of the media in the treatment of information and the systematic violation of the rules of ethics and deontology of the media as causes of the muzzling of the press in Togo.

KEYWORDS: democracy, decriminalization, journalist, media, press freedom, public power.

RESUME: La liberté d'expression et de la presse conquise au début des années 1990 avec le retour de la démocratisation en Afrique demeure toujours menacée dans certains pays du continent. Au Togo, où la démocratie est en construction, elle traverse des moments d'accalmie et de tension malgré la dépénalisation des délits de presse connue dans le pays depuis 2004. Quelles sont les raisons fondamentales des relations conflictuelles entre le pouvoir politique et les médias privés au Togo ? Telle est la question principale que se pose cette étude. Pour répondre à ce questionnement, les réflexions sont passées au crible de l'inventaire documentaire et de la méthode qualitative dont le but est d'expliquer les causes des relations difficiles entre les acteurs en conflits. En termes de résultats, il ressort que, les incompréhensions nées de l'application aux médias et aux journalistes reconnus coupables des délits de presse, le régime des sanctions récemment introduites dans le nouvel arsenal juridique justifient les frustrations des médias à l'égard du pouvoir politique. L'étude révèle également le manque de professionnalisme des médias dans le traitement des informations et le viol systématique des règles d'éthique et de la déontologie des médias comme des causes du musèlement de la presse privée au Togo.

MOTS-CLEFS: démocratie, dépénalisation, journaliste, médias, liberté de presse, pouvoir public.

1 INTRODUCTION

À l'accession aux indépendances, les pays africains ont hérité d'un cadre politique républicain de type démocratique calqué sur le modèle de leur colonisateur. Les régimes mis en place ont été des régimes démocratiques où chaque institution, y compris les médias, jouait son rôle. Mais, la mauvaise gouvernance, caractérisée par la gestion clanique, la corruption, les querelles politiciennes et la chasse à l'homme ont engendré des remous sociaux et une remise en cause de l'ordre

démocratique. Partout dans les Etats nouvellement indépendants, les pères des indépendances africaines, accusés de dérives autoritaires ont dû quitter le pouvoir, chassés par les militaires [1].

Cette période fut qualifiée de printemps prétorien par l'arrivée au pouvoir en Afrique des soldats dits des modernisateurs [2]. Des régimes militaires mis en place sous prétexte de la recherche de l'unité nationale et de la stabilité ont créé des partis uniques pour se donner une légitimité. Les populations étaient contraintes d'y adhérer et à regarder dans la même direction. Dans ce contexte, il était recommandé aux médias d'apporter leurs soutiens inconditionnels au régime et de présenter « chaque réalisation des autorités publiques comme une contribution à l'édification de la nation » [3] p.77. En clair, ce qu'il était demandé aux médias, c'était de se positionner comme des caisses de résonance pour les gouvernants en place. Pendant des décennies, les médias publics et privés ont défendu cette idéologie. Une situation qui sera perçue comme négation de libertés, des droits de l'homme et de démocratie partout sur le continent. Elle a entraîné la dissolution des partis politiques d'opposition dans les pays où ils existent, la fermeture de journaux et la mise en place des contraintes légales asphyxiant les médias qui refusaient de suivre cette voie à sens unique.

Mais, la chute du Mur de Berlin (1989) et le discours de La Baule (1990) font naître l'espoir en Afrique avec le retour des régimes démocratiques et un vent de liberté. Les jeunes démocraties qui remplacent les régimes militaires dans la plupart des pays d'Afrique, reposent désormais sur un certain nombre de principes consacrés dans les constitutions nationales. Il s'agit, entre autres, des gouvernements représentatifs et participatifs, de la primauté du droit, de liberté d'expression et des médias, etc. C'est dans cette perspective que les dispositions constitutionnelles sur les médias ont permis leur libéralisation dans la plupart des pays africains et, par conséquent, sur l'émergence et l'élargissement d'un espace public dynamique dans lequel les citoyens et la société civile s'expriment davantage. Le monopole de l'Etat sur les médias a ainsi été brisé, et l'on a assisté à la création des médias privés et à un pluralisme de la presse.

Les médias créés au lendemain du retour à la démocratisation en Afrique ont contribué énormément à la mobilisation, à l'engagement civique et à la participation citoyenne. Ils ont également surveillé, observé et contrôlé les différents pouvoirs, permettant d'assurer la transparence et l'imputabilité des pouvoirs publics.

Si la presse dite privée dans son ensemble a largement contribué à la construction de la démocratie dans la plupart des pays d'Afrique, en se constituant en forum civique, en donnant la parole à toutes les composantes de la société, il faut reconnaître que certains médias privés n'ont pas été professionnels à leur début. Ils ont parfois outrepassé leur droit à la liberté d'expression retrouvée, passant de la liberté au libertinage, en s'attaquant à la vie privée d'autrui, en dénigrant les nostalgiques de l'ordre ancien. On a remarqué en Afrique que les acteurs des médias privés non seulement se sont servis de leurs organes pour régler les comptes à leurs adversaires mais aussi et surtout, ont ouvert, dans certaines circonstances, leurs antennes et colonnes aux hommes politiques, de courants opposés, pour s'affronter et se régler les comptes.

A titre illustratif, la radio mille collines, qualifiée du « média de la haine » au Rwanda est désignée comme responsable du déclenchement du génocide dans ce pays au début des années 1994 [4]. En Côte d'Ivoire, [5], révèle les comportements partisans de certains médias privés qui ont exacerbé les tensions politico-militaires à l'origine de la guerre civile qui a éclaté le 19 septembre 2002. La conséquence de cette entorse à l'éthique et à la déontologie de la presse a conduit au bâillonnement ou au musèlement, par les pouvoirs en place, démocratiques soient-ils, des médias privés dans la plupart des pays en Afrique. Il s'agit notamment des interpellations de journalistes, de la saisie des journaux, des retraits de récépissés, des suspensions d'émissions radios, de la fermeture de journaux et des radios, de l'emprisonnement de journalistes et des assassinats de journalistes pour ne citer que ces quelques tristes exemples.

Cette situation n'a pas épargné les médias privés et leurs acteurs au lendemain de la reconquête des libertés démocratiques au Togo. Il convient de rappeler qu'au début des années 1990, la liberté d'expression a fortement souffert au Togo [6]; [8]. C'est pourquoi, longtemps durant, le pays a été qualifié de « prédateur de la presse » par [9].

En avril 2004, le pouvoir politique de l'époque, sous « pression » de l'Union européenne, prend 22 engagements pour corriger le déficit démocratique qu'exigeait cette organisation pour reprendre sa coopération suspendue à la suite de l'élection présidentielle controversée de 2003. Parmi ces engagements, les droits de l'homme, la liberté d'expression et de presse trônaient en tête de liste. Pour montrer leur bonne foi à la communauté internationale, les autorités politiques du Togo ont procédé à la dépénalisation des délits de presse par loi n° 2004-021 du 22 décembre 2004, qui en son article 19, dispose qu'aucun journaliste ne peut être jeté en prison pour toute infraction commise à travers la presse, quelle que soit sa nature. Le code de la presse au Togo ne prévoit que des amendes pour les délits de presse tels que les fausses informations et la diffamation. Aucune peine de prison ne doit être appliquée.

Depuis la promulgation de cette loi de dépénalisation du délit de presse de 2004, on note une avancée et une évolution relative aux modalités de création des médias privés et de l'exercice du métier de journalisme. Il convient de souligner, par ailleurs, que le Togo est l'un des rares pays africains à avoir opté pour la dépénalisation des délits de presse, notamment en ce

qui concerne le délit de « diffamation », et le délit « d'offense » aux personnalités publiques. Il reste à en croire plusieurs analystes, l'un des pays d'Afrique assez libéral en matière médiatique. Que ce soit avec [10] ou le [11], le Togo enregistre une progression remarquable en ce qui concerne la liberté d'expression et des médias. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle, en 2017, le Baromètre des Médias Africains a estimé qu'« au Togo, la liberté d'expression est effective. Il est possible aux citoyens de dire ce qu'ils pensent ». Cette dépénalisation des délits de presse a eu une double incidence positive sur l'environnement politique et médiatique togolais. En premier lieu, elle a permis au pouvoir politique togolais de soigner son image vis-à-vis de la communauté internationale. En second lieu, elle a permis aux médias privés de soutenir le processus de la consolidation de la démocratie en cours au Togo.

Nonobstant ces avancées majeures et les améliorations apportées au cadre juridique en matière de liberté d'expression et de presse au Togo, il est curieux de constater le retour des vieux démons avec les coupures d'internet, la fermeture de journaux et des radios, la convocation des journalistes par la Haute autorité de l'audiovisuelle et de la communication (HAAC), les forces de l'ordre et la justice ces derniers temps [12]. Pour [13], cette attitude du pouvoir politique vis-à-vis des médias privés a entraîné la régression du pays en matière de la liberté de presse. Au classement mondial de la liberté de presse de RSF, le Togo était classé 86ème rang sur les 180 pays dans le monde en 2018. En 2020, le pays était classé 71ème rang dans le monde, le 14^{ème} rang en Afrique et 7ème en Afrique de l'Ouest, contre le 3^e rang qu'il occupait auparavant.

Au regard de ce qui précède, il convient de poser des questions pour mieux appréhender et expliquer les raisons fondamentales des relations conflictuelles entre le pouvoir politique et les médias privés au Togo ces dernières années. Quelles sont les causes des relations conflictuelles entre les médias privés et le pouvoir politique en dépit de la dépénalisation des délits de presse ? Quelles interprétations les acteurs des médias, le pouvoir public et la société civile ont de la dépénalisation des délits de presse ? Quel but poursuit le pouvoir politique en révisant le cadre juridique des médias : museler ou responsabiliser ?

Pour répondre à toutes ces interrogations, nous concédons avec [14] que la sociologie doit expliquer le social, en considérant le « milieu social comme [un] facteur déterminant [...]. Car, si on [le] rejette, la sociologie est dans l'impossibilité d'établir un rapport de causalité ». Pour cette étude, ce rapport de causalité consiste à expliquer les causes des relations conflictuelles entre médias privés et pouvoir politique au Togo et à relayer les interprétations que les acteurs des médias privés, le pouvoir public et la société civile se font du nouveau code de la presse et de la nouvelle loi organique de la HAAC en lien avec l'interprétation du code pénal dans le cadre des interpellations des médias privés et leurs acteurs en fautes.

2 ANCRAGE THEORIQUE ET CONSIDERATIONS METHODOLOGIQUES

2.1 ANCRAGE THÉORIQUE

La théorie des attitudes politiques de [15] sert de repère à la présente étude. Cette théorie attribue le caractère politique du journalisme aux préférences partisans des journalistes. Elle s'exprime principalement à travers les critiques que formulent les acteurs politiques, le public ou certains observateurs des médias, à propos du parti pris qui serait aisément repérable dans le contenu manifeste des reportages politiques et qui serait attribuable au fait que les journalistes, à qui on reproche d'être proche soit de l'opposition politique soit du régime au pouvoir, utiliseraient les reportages pour faire valoir leurs opinions et exercer une influence indue, voire malhonnête, sur l'opinion publique.

En recourant à cette approche théorique, l'étude vise à questionner le caractère intentionnel ou la finalité recherchée par les reportages politiques diffusés ou publiés par les médias privés en faisant parfois fi des règles d'éthique et de déontologie de la presse qui constituent des lignes rouges à ne pas franchir en dépit du droit reconnu aux médias et aux journalistes d'informer. Le choix de la théorie des attitudes politiques s'explique aussi par le fait qu'elle offre une vision instrumentaliste du journalisme qui fait écho aux conceptions de sens commun. En effet, elle définit l'auteur d'un texte comme étant la « cause » immédiate de ce texte, et elle présente l'information comme devant être le reflet fidèle de la réalité. La contamination politique de l'information relève alors de la fraude intellectuelle, d'un aveuglement partisan ou d'un laxisme professionnel. Cette théorie aide à comprendre et à expliquer les mobiles des antagonismes entre les médias privés et le pouvoir politique en partant des extraits des articles et des reportages politiques diffusés au public par une catégorie des médias privés et journalistes au Togo.

2.2 CONSIDÉRATIONS MÉTHODOLOGIQUES

Afin de questionner les rapports entre médias privés et pouvoir politique au Togo, l'étude s'est appuyée sur un double dispositif méthodologique. Elle a combiné l'analyse du contenu aussi bien des entretiens individuels semi-directifs que documentaire. Trente-cinq (35) entretiens individuels semi-directifs raisonnés ont été réalisés au moyen d'un guide

d'entretien. Ils ont ciblé les acteurs des médias (10), la société civile (5), les responsables de la HAAC (2), les responsables de la justice (1), les avocats (2), les forces de l'ordre (5), et les organisations des médias et de presse (10). Le recours aux entretiens individuels vise à saisir les logiques professionnelles du travail des différents acteurs concernés qu'il soit des médias, de l'administration publique ou sécuritaire. L'analyse documentaire mise à contribution a ciblé les rapports d'activités de la Haute autorité de l'audiovisuelle et de la communication (HAAC), des personnes-ressources (responsables d'associations professionnelles des médias, professionnels des médias, patrons de presse, membres d'institutions relevant du domaine des médias), les rapports du greffe et du parquet qui retracent les condamnations des journalistes. Les documents spécifiques qui traitent des médias en Afrique et au Togo ont retenu notre attention.

Le traitement des données empiriques a été fait au moyen de l'analyse du contenu manuel. Nous avons décomposé les corpus en unité de signification selon une grille d'analyse. Cette démarche s'est déroulée en plusieurs étapes notamment la retranscription de l'intégralité des entretiens semi-directifs afin de pouvoir analyser le matériel discursif recueilli; puis le résumé de chaque entretien dans le but de mener une première analyse au niveau individuel. Enfin, nous avons procédé à une synthèse thématique reprenant les thèmes du guide ainsi que les autres dimensions abordées spontanément dans la recherche. Le traitement des données qualitatives a permis de dépouiller et d'isoler les verbatim qui sont présentés dans la partie résultats.

3 RESULTATS DE LA RECHERCHE

Les médias et les pouvoirs publics entretiennent des relations aussi complexes, ambiguës que consubstantielles. [16] estime que ces deux acteurs entretiennent entre eux un lien organique et fonctionnel. La recherche empirique entreprise révèle d'une part les circonstances des relations brouillées entre médias privés et le pouvoir politique et d'autre part, les interprétations et les contours du nouveau cadre juridique de l'espace médiatique, objet de tension entre les acteurs en étude.

3.1 RELATIONS BROUILLEES ENTRE MEDIAS PRIVES ET POUVOIR POLITIQUE: LES CIRCONSTANCES

La liberté de presse est une liberté publique fondamentale, un des droits de la personne humaine. Elle a pour principaux traits caractéristiques d'être à la fois attrayante, adulée par tous, sous tous les cieux, délicate, sensible et complexe [17]. Cette liberté de presse est reconnue au Togo en ce sens que l'article 26 de la constitution dispose:

La liberté de presse est reconnue et garantie par l'Etat. Elle est protégée par la loi. Toute personne a la liberté d'exprimer et de diffuser par parole, écrit ou tous autres moyens, ses opinions ou les informations qu'elle détient, dans le respect des limites définies par la loi. La presse ne peut être assujettie à l'autorisation préalable, au cautionnement, à la censure ou à d'autres entraves. L'interdiction de diffusion de toute publication ne peut être prononcée qu'en vertu d'une décision de justice.

Cette disposition constitutionnelle est renforcée depuis 2004 par un code de presse et de la communication libéral dépouillé de peines privatives de liberté pour des fautes commises par des journalistes dans le cadre de l'exercice de leur profession. Le pays a adopté par la suite, la loi n° 2016-006 du 30 mars 2016 portant liberté d'accès à l'information et la documentation publique. Grâce à ces dispositions juridiques, les médias privés togolais diffusent sans crainte, l'information par l'écrit, le son et l'image, à travers l'espace, sur terre comme sur et sous les océans, et mettent instantanément, à la disposition de tous, les bienfaits des progrès les plus récents de la science et de la technique en toutes matières, et en particulier, concernant la politique, la santé, l'éducation, la formation, l'économie, la société, etc. La presse togolaise connaît durant ces dernières années une évolution extraordinaire, marquée par une diversité des organes d'information assurant le pluralisme de l'information. On parle même du printemps de la presse togolaise. Le Togo compte aujourd'hui 78 stations radios, 12 chaînes de télévisions, plus de deux cent journaux et une multitude de sites d'information et de web tv [18].

Curieusement, le progrès acquis au niveau des textes juridiques et nombre des organes des médias privés n'a pas été accompagné de véritable amélioration soit sur le plan du professionnalisme ou de la liberté des médias [19]. Les médias et la presse privée togolaise dans leur ensemble sont mis à rude épreuve ces deux dernières années dans l'exercice de leur fonction par le pouvoir politique au point d'amener [11] à constater que le Togo est redevenue un Etat prédateur de la presse.

En effet, les organisations professionnelles de médias privés dans leur rapport d'activité 2020-2022 ont relevé que, « la presse privée togolaise a maille à partir avec la Haute autorité de l'audiovisuel et de la communication, le Service central de recherche et d'investigation criminelle (SCRIC) de la gendarmerie nationale ainsi que la Justice ». Ces trois entités sont désignées par les journalistes et les associations de défense des droits des libertés d'expression et de la presse comme les « bras du pouvoir qui cherche à museler une certaine presse ». C'est pourquoi, il convient, dans cette étude, de présenter à titre

illustratif, un aperçu de quelques publications et de reportages qui ont posé d'énormes problèmes aux médias privés et aux journalistes indépendants pour s'en faire une idée et mieux comprendre les divers enjeux qui ont conduit à cet état de chose.

Tout commence par la comparution du journal *La Dépêche* pour avoir titré à sa Une: « Madame Victoire Dogbé est sectaire et tribaliste » dans le N°1025 du 05-13 novembre 2020. Le journal écope d'une condamnation et d'une mise en gardes pour « diffamation d'une autorité sans preuve » par l'instance de régulation des médias. De même, le journal *L'Indépendant Express*, pour avoir écrit: « Scoop de fin d'année: Femmes ministres interpellées pour vol de cuillères dorées », le directeur du journal fut interpellé et gardé à la gendarmerie. Il fut relâché et auditionné par la HAAC qui l'accuse de « violations graves des règles de déontologie et d'éthique ». La HAAC adresse ensuite une requête à la justice en vue du retrait du récépissé de parution de l'hebdomadaire. Et c'est sans surprise que la chambre administrative de la Cour suprême a confirmé la décision de la HAAC de retirer définitivement le récépissé du journal *L'Indépendant Express* [20].

Le 3 février 2021, la Brigade territoriale de la gendarmerie nationale a procédé à l'arrestation avec interrogatoire de trois journalistes respectivement du site d'information « Horizon news », de la « Radio Victoire » et de la « webtélé Togoinfos », dans les locaux de la préfecture du Golfe à Lomé la capitale du Togo, pour avoir interviewé un chef de quartier à la sortie d'une audience avec le préfet, qui les a accusés d'avoir interviewé ce chef de quartier sans son autorisation. Le 24 février 2021, les directeurs de publication des journaux *Liberté*, *L'Indépendant Express* et *Le Rendez-vous* sont convoqués à comparaître devant le Tribunal de première instance de Lomé pour répondre d'une plainte de l'ex-ministre de l'économie et des finances, suite à la publication en 2015, d'une supposée affaire de corruption liée à la construction de la route Lomé-Vogan-Anfoin, au Sud-Est du Togo. Le 4 novembre 2020, le journal *L'Alternative* et son directeur de publication sont condamnés par le Tribunal de première instance de Lomé, au versement de 4 millions de Fcfa d'amende pour diffamation dans l'affaire dite « Pétrolegate », une affaire d'importation de produits pétroliers. Le tribunal condamne le journal à payer 2 millions de F CFA, et la même peine au directeur de publication. Le 09 décembre 2021, le directeur de publication de *L'Alternative* a été convoqué par la Brigade de Recherches et d'Investigations (BRI) pour répondre des questions concernant des commentaires lors de l'émission « L'Autre Journal » diffusé sur YouTube. Cette convocation fait suite des plaintes de deux ministres du gouvernement. Après avoir été interrogé, il a été arrêté et placé sous mandat de dépôt. Il est poursuivi pour « diffamation » et « outrage à l'autorité ». Il s'en est suivi l'interrogation de deux autres journalistes ayant participé à l'émission. Il s'agit du directeur de publication du journal *La Fraternité* et l'animateur de l'émission débat « L'Autre Journal ». Ils ont également été interrogés pour le même motif et placés sous contrôle judiciaire [20].

Toutes ces poursuites sont faites sur la base des dispositions du nouveau code pénal en ses articles 490, 491, 492 et 497 et du nouveau code de la presse et de la communication. Le procureur de la République du tribunal de la première instance de Lomé qualifie ces accusations comme émanant du droit commun. En effet, les articles 3 et 156 du nouveau code de la presse et des communications, excluent de leur champ d'application les activités de production cinématographique y compris les réseaux sociaux. Si condamné, les accusés risquent une peine d'emprisonnement de six (06) mois à deux (02) ans et une amende de cinq cent mille à un million de francs CFA ou l'une de ces deux peines. L'avocat des trois journalistes a dénoncé:

L'absence de base légale, et un vide juridique dans cette affaire. Les journalistes sont régis par le code de la presse au Togo et le gouvernement a dépénalisé les délits de presse depuis 2004. Soulignant les fondements du droit pénal, il a insisté sur le fait que le procureur ne peut poursuivre un individu s'il n'y a pas de base légale pour l'infraction pour laquelle la personne est poursuivie. Malgré la dépénalisation des délits de presse, les autorités togolaises continuent, en usant d'autres moyens, de réduire au silence les journalistes et les médias critiques à leur égard. Je déplore l'instrumentalisation du système judiciaire et la répression des voix dissidentes pour étouffer la liberté d'expression et de la presse.

Loin d'épuiser la liste des contentieux entre les autorités politico-judiciaires-sécuritaires et les médias privés, nous nous limitons ici pour revenir plus tard dans cette étude sur les interprétations faites à ce sujet par les professionnels des médias privés et les défenseurs des libertés d'expression et de la presse.

À la lumière de cette recherche empirique passée au crible des investigations, on pourrait croire effectivement avec les acteurs des médias privés et les journalistes à une volonté des dirigeants politiques de restreindre la liberté de presse au Togo et de contraindre les médias privés aux tonalités critiques au silence en dépit de la dépénalisation des délits de presse en vigueur dans le pays. Le Magazine *Afrique Libérale* va même plus loin en se posant cette question à sa Une: « La dépénalisation des délits de presse au Togo: le pouvoir regrette-il d'avoir trop donné ? ». Si tel est le cas, on peut s'accorder avec le journal satirique français, *Le Canard enchaîné* cité par [20] que la liberté de presse s'use lorsque l'on ne s'en sert pas. Bien sûr, au Togo, actuellement, la liberté de presse s'effrite dangereusement. Elle s'use sous les coups de boutoir du pouvoir politique décidé à contrôler et à discipliner, à défaut de responsabiliser à sa manière, une certaine presse.

Cependant et dans le cas d'espèce, « faut-il pour autant dédouaner les journalistes et les médias privés, lorsqu'ils commettent des erreurs ou des fautes plus ou moins graves ? » se demande [21], p.8. « Assurément non! Quand bien même on est un défenseur intrépide de la liberté de la presse dans le monde, on doit reconnaître la part de responsabilité des journalistes dans les sanctions qui sont prises à leur encontre. Loin d'être parfaits, les journalistes posent des actes qui les desservent » [21]. Même s'il y a des parts de vérités indéniables avancées par les auteurs dans les reportages et dans les extraits des articles cités dans les journaux, il y a lieu de regretter les nombreux manquements au code d'éthique et de déontologie de la presse togolaise notamment:

- de la responsabilité que le journaliste doit assumer lorsqu'il écrit (article 32),
- de la liberté d'informer comme un droit que garantit la constitution togolaise en son (article 26),
- du respect dû à la vie privée d'autrui, ce qui l'oblige à éviter la calomnie, la diffamation, l'injure et les accusations sans fondement (article 8),
- de l'incitation à la haine raciale, ethnique et religieuse qui oblige le journaliste à manipuler et surtout maîtriser son outil de travail pour éviter toutes formes de discrimination et incitation à la haine (article 8).

Comme l'affirme si bien un magistrat du tribunal de première instance de Lomé:

La liberté de la presse n'est pas la licence. Et, d'ailleurs pourquoi accorder un privilège de juridiction aux journalistes pour en faire des « hors-la-loi légaux » comme s'ils sont une bande à part et une classe de privilégiés ? Le journaliste n'est pas au-dessus de la loi et la presse ne saurait être un espace de non droit.

Un responsable du ministère de la communication estime qu'« outre la loi, les journalistes doivent se soumettre aux règles d'éthique et de déontologie qu'eux-mêmes se sont fixées lors des états généraux de la presse togolaise. Or, les journalistes indépendants ont tendance à banaliser la déontologie qui constitue le premier garde-fou contre les dérives constatées ».

Cependant, au nom de l'intérêt général et de la protection des citoyens, la loi fixe des limites à la liberté de la presse. Mais, il se trouve que certaines dispositions visent dans le contexte togolais à restreindre qu'à garantir la liberté de presse. On peut indexer dans ce sens le régime des infractions qui fait polémique dans les milieux médiatiques actuellement au Togo. Il s'agit des dispositions du nouveau code pénal en ses articles 490, 491, 492 et 497 sur lesquelles les débats reviennent régulièrement dans les médias privés à chaque fois qu'un journaliste est interpellé ou fait l'objet de plainte. Selon un journaliste de la presse privé qui a répondu à notre enquête:

L'application du code pénal au détriment du code de la presse vise à contourner la dépénalisation des délits de presse que le pays s'est librement donné en 2004 qui prive les journalistes de peine de prison. Il permet au pouvoir politique de manipuler en sous-main le pouvoir judiciaire pour exercer, en douceur, une pression discrète sur des journalistes et médias critiques pour des délits dont l'interprétation peut être abusive.

Dans ce contexte, peut-on alors trouver des explications aux nouveaux instruments juridiques qui encadrent l'espace médiatique sans entraver la liberté d'information au Togo ?

3.2 NOUVEAU CODE DE LA PRESSE, NOUVELLE LOI ORGANIQUE DE LA HAAC ET NOUVEAU CODE PENAL: DES LOIS POUR MUSELER OU RESPONSABILISER LES MEDIAS PRIVES ?

[22], p.33, sans faire l'éloge du pouvoir public togolais affirmait que:

Depuis plus d'une vingtaine d'année, le paysage médiatique togolais reste en général un cadre beaucoup plus favorable à la diversité. Et ceci, à la faveur de l'instauration d'un environnement favorable avec l'adoption et le renouvellement des dispositions réglementaires et la mise en place des instances de régulation et d'autorégulation du paysage médiatique. Au plan réglementaire, il faut dire que depuis 1998, la loi n° 98-004/PR garantissait déjà une liberté totale pour les médias, elle fut d'ailleurs accueillie avec une certaine allégresse par les médias. Celle-ci a connu des modifications avec d'autres lois qui se sont succédées, notamment en 2000 et en 2002.

Par ces efforts en faveur de l'amélioration de l'environnement médiatique, le pouvoir public a pu soigner son image et son score aux différents classements mondiaux et africains en matière de liberté de presse [10] ou le [11]. En 2004, par la loi N°2004-21 du 15 décembre 2004 portant code de la presse et de la communication, le Togo surprend de nouveau en optant pour la dépénalisation des délits de presse notamment le délit d'offense et le délit de diffamation des personnalités publiques. Depuis cette période le pays est considéré par les organisations de notation en matière de liberté de presse comme un Etat libéral.

Mais si la liberté de presse et le pluralisme médiatique ne font plus l'ombre d'un doute au Togo, il ressort néanmoins que, dans la pratique, ces dernières années, plus précisément entre 2020 et 2022, une série d'obstacles dû à l'adoption d'un nouveau cadre réglementaire (la loi 2015-10 du 24 novembre 2015 portant nouveau code pénal, la loi n°2020-001 du 07 janvier 2020 relative au code de la presse et de la communication et la loi organique n° 2021-031, du 06 décembre 2021 relative à la HAAC) a limité leurs portées.

En effet, il est apparu récemment dans le cadre de procédures judiciaires contre certains médias privés et journalistes que ces lois en leurs dispositions relatives au régime de sanctions aux médias soient appliquées de telle sorte que la liberté d'expression s'en trouve restreinte. On remarque que la législation relative à la diffamation et d'offense autre fois bannie du champ de sanction des journalistes et des médias est subtilement réintroduite au nouveau code pénal. Elle est régulièrement utilisée pour limiter la liberté de presse, de rendre compte d'éventuels comportements répréhensibles de la part de personnalités publiques ou privées ou, à l'inverse, pour museler des journalistes critiques et les empêcher d'exprimer librement leur opinion. Pour le gouvernement togolais « la relecture du code pénal a pour objectif de moderniser les textes de la procédure pénale en vue de doter la justice togolaise d'instruments forts devant permettre de dire le droit au profit des justiciables ».

Faut-il voir en cette explication une volonté du pouvoir politique de museler ou de bâillonner les médias récalcitrants ? Un responsable du pouvoir public répond :

C'est la presse togolaise elle-même qui a tissé la corde qui sert aujourd'hui à la bâillonner. En effet lors des états généraux de la presse togolaise qui se sont tenus du 30 juin au 2 juillet 2014, des journalistes avaient demandé que les blogs et les réseaux sociaux soient exclus de la qualification des médias. Je précise que depuis cette année toutes les lois régissant le secteur de la presse et de la communication au Togo sont l'émanation des conclusions des états généraux de la presse. Ceux qui réclament aujourd'hui l'abrogation de 3 dispositions de ce code dont ils ont largement contribué à l'adoption n'ont peut-être pas tort. Aucune loi n'est immuable. Seulement ledit code comporte 181 articles. Si à chaque fois qu'un journaliste tombe sous le coup d'une ou plusieurs de ces dispositions et que cela lui crée quelque désagrément, l'on doit abroger celle-ci, ne pensez-vous pas que notre code finira par être vidé de toute substance pour ne plus ressembler qu'à un simple livre de lecture pour l'écolier ?

Pour appréhender et expliquer l'implication du nouveau code de la presse et de la communication adopté récemment au Togo en lien avec le code pénal, il convient de s'attarder un peu sur le concept « dépenalisation du délit de presse » que [24], p.3, qualifie de « concept juridiquement erroné ». En effet, suite aux anicroches entre une catégorie de journalistes et certains membres du gouvernement, pour des raisons d'offense et de diffamation par voie de presse, les organisations professionnelles des médias et la société civile ont souhaité la suppression pure et simple des sanctions prévues dans le nouveau code pénal et du nouveau code de la presse et de la communication à l'endroit des journalistes et médias, en agitant l'ancien code dépenalisé des délits de presse comme un acquis. [23], p.3, répond que « c'est une ignorance totale des fonctions dissuasives et d'harmonie du droit pénal. Nous pouvons alors nous demander, que craindrait-on à diffamer si l'unique sanction réside dans le risque d'écoper d'une sanction civile ? ». Le pouvoir public estime que dépenaliser le délit de presse serait « une prime à la commission des infractions » [23] et ceci pour des raisons suivantes :

D'abord, toutes les infractions du code de la presse sont susceptibles d'être commises par voie de presse. Et donc dépenaliser au sens des organisations professionnelles de médias et de défense des droits des libertés d'expression et de presse reviendrait à enlever le caractère pénal à toutes les infractions des codes, au bénéfice notamment des journalistes. Ce qui est difficilement envisageable. Ensuite, différemment punir la diffamation, l'injure, les fausses informations, les faux bruits ou les outrages en se fondant simplement sur le seul modus operandi à savoir la voie médiatique, engendrera des inégalités sociales et des injustices pour autant que les personnes qui auraient commis ces infractions par voie de presse s'en verraient relativement gratifiées d'une sanction plus ou moins pénible que d'autres personnes qui les auront commises par des voies autres que médiatiques. Enfin, il est encore plus périlleux et irréaliste de demander au juge Togolais de condamner les auteurs des infractions commises par voie de presse à des peines autres que la prison et de considérer ces faits comme de simples faits civils. En effet, les condamnations civiles peuvent être encore plus difficiles à endurer pour nos journalistes et nos médias privés connus pour leur grande pauvreté. Si la liberté d'expression ne saurait être exercée abusivement, la répression des abus ne saurait méconnaître le principe de proportionnalité de la peine.

Malgré ces explications juridiques tendant à justifier l'esprit et le contenu des lois répressives, on peut supposer que le pouvoir politique regrette d'avoir dépenalisé les délits de presse et cherche à se rattraper en introduisant des lois répressives. Sinon, comment comprendre son rétropédalage en récupérant de la main gauche ce qu'il avait donné librement aux médias en 2004, de la main droite ? Les frustrations des médias privés à l'égard du pouvoir politique trouvent ainsi leurs justifications. Tout constat établi, l'étude révèle que les médias privés et les journalistes n'ont pas su entretenir les acquis de la dépenalisation des délits de presse conquise de haute lutte et aidés en cela par la conjoncture internationale. Nadia Khiari que cite [24], n'a-

t-elle pas raison lorsqu'elle écrit que la liberté d'expression est un bien trop précieux, gagné au prix de vies humaines, de souffrance. Rien que pour ceux qui ont été emprisonnés ou sont morts pour cette liberté, on se doit de continuer à s'exprimer.

En effet, d'après nos investigations empiriques, si le pouvoir politique en est arrivé à la relecture du code de la presse et de la communication en lien avec le code pénal dix-huit (18) ans après l'expérience de la dépénalisation des délits d'offense et de diffamation des personnalités publiques, c'est aussi dû au manque de professionnalisme des journalistes togolais. Le diagnostic dressé par les différentes instances de régulation et d'autorégulation des médias (HAAC, OTM, UJIT¹ sur le respect des règles d'éthique et de la déontologie n'est pas en faveur des médias privés. Elles indexent régulièrement l'influence nuisible sur la société de certains journalistes qui, mus par la recherche du sensationnel (et l'appât du gain), recourent à des pratiques délictueuses comme la corruption, à grande échelle et systématique des agents de l'État, le harcèlement et le chantage exercé sur des personnalités connues du public et les violations graves des droits individuels au respect de la vie privée. C'est pourquoi, malgré le soutien des Togolais pour les libertés d'expression et de la presse, ces derniers pensent selon une étude réalisée par [12], qu'il est nécessaire d'imposer des limites dans certains domaines. Ils reconnaissent le droit de l'Etat d'encadrer l'exercice de ces libertés en mettant en place un ensemble de mécanismes de contrôle.

Notre étude en est arrivée au constat selon lequel de nombreux médias privés et journalistes au Togo font recours à l'infox et au clickbait pour se mettre en vitrine et se tailler une réputation nationale et internationale. Le premier s'entend comme une fausse information, conçue volontairement pour induire en erreur et diffuser dans des médias à large audience, dont le but est de manipuler ou de tromper le public et le second désigne des journaux qui pondent des titres délibérément trompeurs, pompeux, accrocheurs concernant des faits inventés ou largement déformés afin d'attirer le lecteur sur un article dont le contenu ne correspond pas à la promesse du titre [25]. Le titre à la Une du journal *L'indépendant Express*: « Scoop de fin d'année: Femmes ministres interpellées pour vol de cuillères dorées » en est la preuve éloquentes selon le communiqué de la HAAC en date de 2 janvier 2021.

3.3 DISCUSSION DES RESULTATS

Il est question dans cette partie de l'étude de discuter les principaux résultats notamment les raisons fondamentales des relations tendues entre le pouvoir politique et les médias privés au Togo, ceci à la lumière des théories et littératures existantes en la matière. L'étude montre que ces raisons sont liées aux incompréhensions nées de l'application aux médias et aux journalistes reconnus coupables des délits de presse, le régime des sanctions récemment introduites dans le nouvel arsenal juridique (code pénal et code de la presse et de la communication) qui encadre désormais l'environnement médiatique togolais en dépit de la dépénalisation des délits de presse reconnu dans le pays depuis 2004. Le pouvoir politique justifie ses réformes par les recommandations que l'Etat togolais aurait reçu de la Commission des droits de l'homme de l'ONU lors de l'examen périodique universel devant cette institution internationale. C'est leur mise en œuvre qui a conduit à la modification de la loi organique de la HAAC, du code pénal et du code de la presse.

Les professionnels de médias, la société civile et les défenseurs des libertés d'expression et de la presse soupçonnent plutôt un musèlement ou un bâillonnement des médias privés qui ne dit pas son nom. Ces résultats recoupent ceux de plusieurs chercheurs dont [26]; [27] qui ont mené des études semblables dans les mêmes contextes. De même, [28], dans leur analyse sur le bâillonnement et musèlement de la presse critique en Turquie ont décelé les stratégies qui consistent à se retrancher derrière des lois répressives et taillées sur mesure pour réduire les médias discordants au silence.

Si les nouveaux artifices juridiques initiés par le pouvoir public sont à l'origine des frustrations des médias privés et journalistes envers ce dernier, ils n'en sont pas les seules causes. Il convient de relever, le manque de professionnalisme de la presse privée togolaise, trente ans après la conquête des libertés d'expression et de la presse. En effet, la plupart des médias privés et journalistes indépendants qui ont maille à partir avec le pouvoir politico-judiciaire est régulièrement accusé d'avoir violé les règles d'éthique et de déontologie des médias. Les principes de l'éthique journalistique que sont la recherche de la vérité, l'indépendance, le sens de l'humanité, la transparence et l'intérêt public sont particulièrement foulés aux pieds par les journalistes et les médias privés. Or, pour sa crédibilité et pour rendre service à sa nation et aux citoyens, le journaliste se doit d'adopter des comportements responsables que sont:

- développer et promouvoir l'esprit patriotique;
- s'abstenir de publier des informations et images sensibles;
- éviter de faire la propagande et refuser les articles commandés;
- vérifier suffisamment les sources et faire des recoupements sérieux avant toute publication;
- s'abstenir de faire des publications qui desservent la souveraineté et la cohésion nationale

Malheureusement tel n'est pas le cas dans le contexte togolais où les médias privés sont parfois devenus un champ politique au sens de [29], utilisés pour régler les comptes ou salir l'image de l'adversaire politique. Sinon, comment peut-on expliquer l'intention ou la finalité des reportages politiques diffusés ou publiés par les médias privés dont la plupart émanent de l'infox et du clickbait ? La réponse à cette interrogation est à rechercher dans la théorie des attitudes politiques qui explique cela par la connivence des médias privés et des journalistes avec les courants politiques opposés. Car, comme l'a si bien reconnu [5]: «Les médias d'opinion sont des armes de guerre pour marquer des positions stratégiques. Les hommes politiques les actionnent bien souvent aux fins de discréditer ou d'attaquer l'adversaire par une cascade de violence verbale ».

Cette hypothèse apparaît d'autant plus légitime qu'elle s'appuie sur des critères qui sont ceux des journalistes et des médias eux-mêmes que sont la recherche de l'impartialité, de la neutralité, de l'équilibre de l'information. Ces critères demeurent au cœur de l'idéologie professionnelle des journalistes et du dispositif de légitimation de leur pratique. Cette conception justifie, d'ailleurs, la revendication, par les journalistes, d'une identité professionnelle distincte et de la pleine responsabilité de leurs choix éditoriaux. La stratégie politique consiste alors à maintenir une pression constante sur les journalistes et médias, pression qui confine parfois à l'intimidation, à l'arrestation et à la fermeture regrettable de certains médias.

4 CONCLUSION

La présente étude s'était donnée pour objectif d'expliquer les causes des relations conflictuelles entre les médias privés et le pouvoir politique ces dernières années au Togo. Aux termes des investigations empiriques couplées de l'inventaire documentaire, il est apparu qu'à la suite de nombreux dérapages constatés dans le domaine des médias privés, le pouvoir politique, pour professionnaliser et responsabiliser les médias et leurs acteurs, a décidé d'actualiser l'arsenal juridique qui encadre l'espace médiatique au Togo. Des lois répressives ont été introduites au code de la presse et de communication, à la loi organique de la Haute autorité de l'audiovisuelle et de la communication et au code pénal. Ce faisant, plusieurs organes des médias privés et des journalistes ont régulièrement maille à partir avec le pouvoir politique pour des délits de presse. La HAAC, l'institution de régulation de l'Etat, et les institutions de coercition, la justice et les forces de l'ordre par lesquelles le pouvoir politique maintient la pression sur les médias privés sont indexées comme des exécutants déloyaux du pouvoir politique pour museler la presse dissidente. Les médias privés qui se voient lésés par le nouvel environnement médiatique crient au bâillonnement de presse en brandissant le code de la presse dépenalisé obtenu de haute lutte par les défenseurs des libertés d'expression et de la presse en 2004. La presse togolaise peut-elle se mordre les doigts de n'avoir pas su conserver les acquis de la dépenalisation du code de la presse par manque de professionnalisme dans le traitement des informations ? Cette interrogation ouvre d'autres perspectives de recherche sur les modes de pacification des médias dans les démocraties en construction.

REFERENCES

- [1] Magnetine Assindah, 2015, *Analyse des relations civilo-militaires dans une démocratie en construction: cas du Togo*. Thèse de doctorat unique en sociologie. Université de Lomé (Togo).
- [2] Martin Michel-Louis, 1990, *Le soldat africain et le politique. Essai sur le militarisme et l'Etat prétorien au Sud du Sahara*, Presses de l'IEP de Toulouse.
- [3] Frère Soleil-Marie, 2016, *Journalismes d'Afrique*. De Boeck Supérieur, 392 pages.
- [4] Melvern Linda, 2010, *Complicités de génocide. Comment le monde a trahi le Rwanda*. Karthala, 2010, 416 pages.
- [5] Blé Raoul Germain, 2009, « La guerre dans les médias, les médias dans la guerre en Côte d'Ivoire » in *Afrique et développement*, Vol. XXXIV, No. 2, 2009, pp. 177-201.
- [6] Rambaud Brice, 2012, « La presse écrite togolaise, acteur et témoin de l'ère Eyadema (1967-2005) », *Transcontinentales* [En ligne], 2 | 2006, document 5, mis en ligne le 30 septembre 2012, consulté le 19 janvier 2016. URL: <http://transcontinentales.revues.org/415>.
- [7] Batchana Essohanam, 2008, *Liberté de presse et pouvoirs publics au Togo (1946-2006)*. Thèse de doctorat en histoire, Université de Lomé.
- [8] Baromètre des Médias Africains, Togo (2013). Première analyse locale du paysage médiatique en Afrique: Togo.
- [9] Loum Ndiaga, & Agbobli Christian, 2015, « Médias et changements politiques au Sénégal et au Togo: Regards croisés et tentative d'approche comparative ». *Les médias au Maghreb et en Afrique subsaharienne: Formes discursives, publics et enjeux démocratiques*. Editions Universitaires de Lorraine, p. 285-297.
- [10] Baromètre des Médias Africains, 2017, Première analyse locale du paysage médiatique en Afrique: Togo 2017.
- [11] Reporters Sans Frontières, 2021, « Un environnement médiatique fortement dépendant du contexte politique ».
- [12] Akinocho Hervé et Adaba Koffi Amessou, 2021, *La liberté d'expression et la liberté de presse: Ingrédients clés de la démocratie togolaise*. Document de Politique No. 76 d'Afrobarometre | Septembre 2021.

- [13] Amnesty International, 2020, Togo: Communication adressée au comité des droits de l'homme des nations unies 128e session. 20 mars.
- [14] Durkheim Emile, 1983, *Les règles de la méthode sociologique*, Paris, Flammarion, 21^e éd, préface.
- [15] Adams William, 1978, « Network news research in perspective: A bibliographic essay », in W. Adams et F. Schreibman, (éds), *Television Network News: Issues in Content Research*. Washington: George Washington University, p.11-46.
- [16] Yaméogo Lassané, 2017, « Les médias, un allié du terrorisme ? ». *Les cahiers du journalisme-recherches*. Seconde Série numéro 1.
- [17] ODEM, 2007, Rapport national sur l'état de la liberté de presse au Bénin.
- [18] HAAC, 2021, Rapport annuel d'activité 2020-2021.
- [19] UJIT: L'état de la liberté des médias au Togo en 2020. Rapport d'activités 2020.
- [20] Martin Laurent, 2005, Le « Canard enchaîné »: histoire d'un journal satirique, 1915-2005. Paris, Nouveau Monde, éd., 2005. P.767.
- [21] Tiao Luc Adolf, 2004, « La liberté de la presse dans le contexte africain: Etude critique des textes juridiques sur la presse au Rwanda ».
- [22] Gnane Moukaïla, 2018, « Mutations politiques et médias: Une analyse du nouveau paysage médiatique togolais ». *Communication en Question*, 11, 20-42.
- [23] Ayewouadan Akodah, 2022, « Compréhension et implications du nouveau code de la presse et de la communication, de la nouvelle loi organique de la HAAC en lien avec l'interprétation du code pénal ». Communication à l'atelier national de sensibilisation des professionnels des médias sur les enjeux du numérique et l'implication des nouvelles lois adoptées dans l'exercice de leur profession pour une bonne pratique démocratique. Lomé, Togo.
- [24] Lecarpentier Michel, 2013, « La liberté de presse: Primordiale dans une démocratie naissante ». *Revue Internationale*. 18 septembre.
- [25] Trimua Christian, 2022, « Le journalisme face aux enjeux et aux rapports de souveraineté: infox, ingérence et contre-ingérence numérique ». Communication à l'atelier national de sensibilisation des professionnels des médias sur les enjeux du numérique et l'implication des nouvelles lois adoptées dans l'exercice de leur profession pour une bonne pratique démocratique. Lomé, Togo.
- [26] Dzierlatka Bendjamin, 2020, « L'influence des médias sur la formation de la confiance du public en l'administration de la justice pénale ». *Les Cahiers de droit*, Volume 61, numéro 1.
- [27] Pelissier Nicolas, 2015, « La responsabilité sociale des journalistes, une injonction paradoxale ? Limites et enjeux du discours déontologique des entreprises de presse françaises ». In *ESSACHESS*, Journal for Communication Studies, vol. 8, no. 1 (15) / 2015: p.215-229.
- [28] Akdeniz Yaman et Altıparmak Kerem, 2016, « Le musellement des voix dissidentes et de la liberté d'expression en Turquie ». Dans *Le journalisme à l'épreuve*, pages 155 à 184.
- [29] Bourdieu Pierre, 1981, « La représentation politique: Eléments pour une théorie du champ politique ». *Actes de la Recherche en Sciences Sociales*, 36-37, 3-24.

Dynamique entrepreneuriale des jeunes dans un contexte de la décentralisation et de la gouvernance locale au Bénin

[Entrepreneurial dynamics of youth in a context of decentralization and local governance in Benin]

Blaise A. Oussou and Cyriaque S. Ahodekon

Centre d'Etude et de Recherche en Education et Interventions Sociales pour le Développement (CEREID),
Institut National de l'Education Physique et du Sport (INEPS), Université d'Abomey- Calavi, Benin

Copyright © 2023 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: Since 2003, Benin has moved from a centralized state as a single regulatory body to an autonomous local community offering the conditions for all actors to intervene in local economic development. The local approach to economic development claims to be based on entrepreneurial dynamics. Thus, through the creation of enterprises, entrepreneurship is involved in the regeneration of the local economic fabric. The present study, which is based on empirical data, has highlighted the role played by Beninese municipalities in the entrepreneurial dynamics of young people and the constraints that hinder their development. These constraints include lack of funding, the weak role of local authorities, administrative burdens, land tenure, lack of support structures for young people, the weak role of civil society, etc. The study also paved the way for better prospects for promoting youth entrepreneurship at the local level in Benin.

KEYWORDS: Entrepreneurial Dynamics, Youth, Local Governance, Benin.

RESUME: Depuis 2003, le Bénin est passé d'un état centralisé comme instance unique de régulation à une collectivité locale autonome offrant les conditions propices à l'intervention de tous les acteurs dans le développement économique local. Or l'approche locale du développement économique prétend s'appuyer sur la dynamique entrepreneuriale. Ainsi par la création d'entreprises, l'entrepreneuriat participe à la régénération du tissu économique local. La présente étude dont l'analyse est basée sur des données empiriques a permis de mettre en évidence le rôle que joue les communes béninoises dans la dynamique entrepreneuriale des jeunes et les contraintes qui entravent son essor. Ces contraintes sont le manque de financement, le faible rôle des collectivités locales, les lourdeurs administratives, le foncier, l'absence de structures d'accompagnement des jeunes, le faible rôle de la société civile etc. L'étude a également ouvert la voie sur de meilleures perspectives de promotion de l'entrepreneuriat des jeunes au niveau local au Bénin.

MOTS-CLEFS: Dynamique entrepreneuriale, Jeunes, Gouvernance locale, Bénin.

1 INTRODUCTION

Les pays en développement doivent relever de nombreux défis parmi lesquels la lutte contre la pauvreté et le chômage des jeunes. Ils doivent travailler pour atteindre l'objectif d'un développement durable permettant à tous de vivre le bonheur tant désiré par les populations. Cela leur impose une cohérence dans le choix à la fois de la logique de progrès que de ses actions. Il ne s'agit pas de la résolution d'une équation à une inconnue, mais plutôt d'un polynôme à plusieurs degrés et plusieurs inconnues Siomy (2007).

Le développement de la culture entrepreneuriale qui favorise la création de la richesse est donc la clé du développement, le vrai. Fortin P-A. (2002) indiquait d'ailleurs que la pauvreté est un mal curable, mais cette guérison ne peut pas venir de l'extérieur. Elle est endogène. Jean Jacques Rousseau affirmait à ce sujet que « c'est en vain qu'on cherche le bonheur au loin quand on oublie de le cueillir soi-même ». Aussi, les nations pauvres ne peuvent-elles trouver la vraie solution à leurs problèmes en vivant dans la dépendance économique. Il leur faut créer la richesse nécessaire au peuple afin que celui-ci réalise ses ambitions.

Cependant, la création de la richesse n'est pas un réflexe avec lequel l'on naît. Cette faculté qui, loin d'être innée s'acquiert, s'entretient et se développe. Une nation souhaitant se développer se doit de faire sa promotion. Une promotion qui doit viser à développer une nouvelle programmation de l'esprit, une transformation de la culture des peuples vers le réflexe entrepreneurial.

Dans un contexte de la décentralisation et de la gouvernance locale, l'approche locale du développement économique prétend l'élaboration et l'établissement d'un vrai projet territorial d'appui au développement local à travers la dynamique entrepreneuriale. En effet, L'entrepreneuriat est le moteur de la dynamique économique à travers le rôle fondamental qu'il joue dans la promotion de l'économie souligne Fayolle (2005) comme il est le prétexte de création d'entreprises et par conséquent la création d'emplois et l'absorption du chômage. Ainsi par la création d'entreprises, l'entrepreneuriat participe à la régénération et au réaménagement du tissu économique local. L'entrepreneuriat puisqu'il bénéficie à l'entrepreneur au même titre que la collectivité, cela justifie qu'une commune le favorise sur son territoire. On parle ici d'une mobilisation territoriale orientée vers la promotion de l'entrepreneuriat local. La création d'entreprise est un phénomène soumis au potentiel de ressources consenties et allouées et aux opportunités offertes par l'espace territorial, le potentiel entrepreneurial ne peut s'épanouir que dans un territoire favorable, un milieu incubateur. Dans ce contexte, le territoire joue un rôle déterminant dans la création de l'entreprise en mettant l'accent sur son attractivité territoriale dans le but d'attirer plus d'activités et plus de projets.

Les collectivités territoriales c'est-à-dire les communes sont donc en mesure de développer un recueil de procédés et dispositifs en matière d'assistance à l'accès au territoire, d'accessibilité des atouts et avantages offerts par ce dernier, de jouer sur ses qualités, son attraction et ses particularités tout en assurant une offre complète d'accompagnement et de soutien à l'entrepreneuriat et en vue de susciter et créer de l'intérêt chez les promoteurs pour s'y implanter.

Le présent article se penche donc sur la problématique de la dynamique entrepreneuriale surtout celle des jeunes dans le contexte de la décentralisation et de la gouvernance locale au Bénin. Cela mérite, à notre point de vue, d'être analysée profondément davantage pour dégager le rôle que joue l'espace territoriale de la commune dans l'émergence et l'encouragement de l'entrepreneuriat, en mettant l'accent sur le rôle des collectivités territoriales dans la promotion et la stimulation de la création d'entreprises et l'établissement d'une connexion entre le territoire et l'entrepreneuriat. Pour donner des éléments de réponse, nous essayons dans un premier titre de traiter les deux questions intimement liées à savoir:

Quel est l'état des lieux en matière de la promotion de l'entrepreneuriat dans les communes béninoises depuis l'avènement de la décentralisation ? Quelles sont les perspectives ou les solutions pour l'essor de l'entrepreneuriat dans les communes ? L'étude s'est proposé d'aider à mieux comprendre et expliquer les facteurs qui entravent la création d'entreprises par les jeunes béninoises dans les communes béninoises.

2 DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE DE L'ÉTUDE

Centrée sur la compréhension et l'explication des facteurs qui entravent la création d'entreprises par les jeunes béninoises dans les communes béninoises dans le contexte de la décentralisation, l'analyse empirique repose sur l'enquête de terrain comme stratégie de recherche et sur plusieurs techniques de collecte et de traitement des données. Il s'agit de la collecte des données à travers des informations documentaires, des sources orales, des observations et des enquêtes de terrain. Compte tenu de la nature de l'objet d'étude, nous estimons que l'enquête de terrain demeure la stratégie la mieux indiquée pour articuler empiriquement la question. L'enquête de terrain s'est déroulée en janvier et février 2018 dans une collectivité locale du Bénin, la municipalité de Porto-Novo. Capitale politique du Bénin, la ville de Porto-Novo est située au sud-est du Bénin. L'étude s'est proposée de mieux comprendre et expliquer les facteurs qui entravent la création d'entreprises par les jeunes béninoises dans les communes béninoises après plus de quinze années d'expériences de la décentralisation et de la gouvernance locale.

Un guide d'entretien structuré a été individuellement appliqué aux acteurs clés en matière de développement local de la commune (autorités locales, les responsables des structures publiques ou privées de promotion des entreprises). Le questionnaire destiné aux jeunes sans expérience entrepreneuriale a permis d'entrer en contact avec 66 jeunes. Le questionnaire destiné aux jeunes créateurs d'entreprise a été administré à 36 jeunes. Ceux qui ont participé aux entretiens individuels étaient aux nombres de dix (10) en fonction des responsables des structures impliquées dans l'étude. Les personnes ont été sélectionnées sur la base d'un choix raisonné. Au total, 112 personnes sont impliquées dans l'étude.

3 LE ROLE DES COMMUNES DANS L'ÉMERGENCE DE L'ENTREPRENEURIAT EN LIEN AVEC LEURS COMPETENCES

Les recherches sur l'entrepreneuriat ont connu au cours des dernières décennies, un grand essor au sein du groupe de chercheurs. Aussitôt, dans différents pays du monde, on tente à favoriser l'entrepreneuriat et à encourager à la création d'entreprises, en mettant en place des mesures appropriées, Barth A. (2015). Plus un milieu se donne les éléments d'une culture entrepreneuriale riche et reconnue, plus les entrepreneurs émergent et se développent tôt dans la vie. Afin de cerner le rôle des communes béninoises dans l'émergence de l'entrepreneuriat, étant une unité territoriale de proximité, il paraît judicieux en premier lieu de déterminer les compétences des collectivités locales en matière de développement économique local à travers le cadre juridique, ensuite d'appréhender le concept de l'entrepreneuriat, puis de déterminer les opportunités offertes par l'espace local et les atouts que proposent les communes pour promouvoir la création d'entreprises.

3.1 LES COMPETENCES DES COMMUNES BENINOISES EN MATIERE DE DEVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE LOCAL

La décentralisation au Bénin repose notamment sur la libre administration des collectivités territoriales par des organes élus et l'existence d'une autonomie locale dont les principes de fonctionnement seront précisés par la loi. Nous avons le principe de subsidiarité comme base du partage des compétences entre l'Etat et les collectivités territoriales. La commune est la seule compétente pour la gestion des affaires locale.

En sa qualité d'exécutif communal, le maire met en œuvre les compétences propres de la commune (après délibération du conseil) et exerce ses attributions propres sous la protection du principe constitutionnel de libre administration des collectivités territoriales. Il est alors dans une relation de tutelle avec le préfet et administre librement sa commune. Toutefois, ses actions doivent être guidées par l'intérêt général et le respect de la loi.

Le Conseil communal (dans les communes de droit commun) et municipal (dans les communes à statut particulier) est l'organe délibérant de la commune. Le Conseil délibère et le maire exécute. Suivant les dispositions de l'article 23 de la loi 97-028 du 15 janvier 1999 portant organisation de l'administration territoriale de la République du Bénin: « La commune est administrée par un conseil élu dénommé conseil communal ». Pour l'article 83 de la loi 97-029 du 15 janvier 1999 portant organisation des communes en République du Bénin, « la commune, à travers le conseil communal et le maire est compétente pour les affaires définies dans les dispositions du présent chapitre ». Le conseil communal ou municipal est l'assemblée locale qui décide et le maire et son administration mettent en œuvre.

Les domaines de compétences des communes sont clairement définis : on distingue les compétences propres aux communes, les compétences déléguées et les compétences partagées avec l'Etat. Les compétences des communes concernent.

En matière de développement économique locale, les communes disposent des compétences propres. Il s'agit entre autres de l'élaboration du plan de développement local et de l'élaboration du plan de développement économique et social. Une analyse de l'ensemble des compétences dévolues aux communes au Bénin permet de constater que les maires avec les conseillers peuvent mettre en œuvre au niveau local diverses initiatives d'auto-promotion socio-économique portées par des groupes sociaux ou des individus (jeunes, femmes, adultes, diplômés sans emploi, ouvriers etc.)

3.2 DE LA CLARIFICATION DU CONCEPT D'ENTREPRENEURIAT ET SON IMPORTANCE POUR LE DEVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE LOCAL DES COMMUNES AU BENIN

Dans la littérature scientifique, on retrouve une affluence de définitions de l'entrepreneuriat, certes, mais la présente étude n'est en aucun cas destinée à résoudre la question de la définition de l'entrepreneuriat. C'est pourquoi, nous allons retenir que celles qui nous paraissent utiles pour le développement de cette étude.

Pour Gbégniho (2017), l'entrepreneuriat est un acte propre à l'entrepreneur et la « dynamique entrepreneuriale » peut être définie comme l'ensemble du processus qui tend à favoriser la création et le développement des entreprises. Ainsi présentée, la dynamique entrepreneuriale correspond à un certain nombre de pratiques tactiques et stratégiques que les communes devraient mettre en évidence pour la promotion de la jeunesse de leur territoire. Au sens large, l'entrepreneuriat est le processus par lequel une personne ou un groupe de personnes donné pénètre un environnement et prend une information en vue d'en faire des profits.

Pour certains auteurs comme Yvon (2011), l'entrepreneuriat est une activité attachée à la formation de nouvelles entreprises. Cette activité implique la découverte, l'évaluation et l'exploitation d'opportunités, dans le but d'introduire de nouveaux biens et services. L'opportunité ainsi décelée, doit être améliorée et progressée par le promoteur qui choisit un mode d'exploitation qui conditionne la dimension de la nouvelle organisation. Il est évident que l'entrepreneuriat se fonde sur l'existence d'opportunités mais aussi se repose sur la jonction au risque. Le promoteur privilégie la prise de risque et la persévérance comme le dévoile le

modèle anglo-saxon, qui valorise la créativité et tolère l'échec. De plus, l'entrepreneuriat est défini comme une dynamique d'exploitation d'une opportunité d'affaires par un ou plusieurs individus. C'est une solution alternative aux problèmes de chômage, conçue comme un moteur de développement économique, un bon formateur d'un état d'esprit et un créateur de richesses économiques et sociales (Fortin, 2002). Cette fonction en plus de sa composante primordiale qui est économique, a des répercussions sur le plan social, culturel, environnemental et politique (Barakate, 2016).

Une des composantes indispensables de l'entrepreneuriat est « l'entrepreneur » ce terme mérite à notre part d'être appréhendé. Le Petit Robert donne trois définitions du mot « entrepreneur »: La première définition fait référence à l'acte d'entreprendre: « *est entrepreneur* » celui qui *entreprend quelque chose*. La seconde voit dans l'entrepreneur « *une personne qui se charge de l'exécution d'un travail* », La troisième, dans une perspective économique, est entrepreneur « *toute personne qui dirige une entreprise pour son propre compte, et qui met en œuvre les divers facteurs de production (agents naturels, capital, travail), en vue de vendre des produits ou des services* ». Dubé (2012), met l'accent sur l'émergence d'une nouvelle façon d'apercevoir le développement local. Ainsi, le développement local aurait été du fondé sur l'entrepreneuriat: l'entrepreneuriat est pris comme un support du développement local, d'où l'importance pour les collectivités territoriales d'affirmer leur volonté de concourir à la composition de programme de développement basés sur l'entrepreneuriat. Selon Côté (2007), cité par Dubé (2012), une véritable politique publique en matière de développement régional doit d'abord avoir comme objectif d'inciter l'ébullition entrepreneuriale, et de créer un climat convenable à l'esprit d'entreprise.

On peut conclure d'après ce qui a été dit, que l'entrepreneuriat est un acte mené par l'entrepreneur dans un espace qui l'entretient, en contrepartie; le promoteur génère de la valeur ajoutée qui affecte l'économie et qui répond aux impératifs exprimés au niveau d'un territoire. Cela prend en considération le rapport mutuel qui subsiste entre l'entrepreneuriat et le territoire dans lequel l'entrepreneur émerge. C'est cette interprétation qui nous intéresse dans cette contribution scientifique.

Ce prétexte prend au premier lieu l'impact et le rôle de l'environnement ou le territoire dans la création de l'entreprise à travers l'encouragement des initiatives entrepreneuriales. On est donc dans la mesure de poser deux questions complémentaires qu'on les juge légitimes: Quel est le rôle que joue l'espace territoriale de la commune dans l'émergence et l'encouragement de l'entrepreneuriat au Bénin ? Quelles sont les conditions que doit offrir les communes béninoises pour encourager les initiatives privées ?

Dans un contexte de décentralisation et de gouvernance locale, La contribution des communes à la création d'entreprise est déterminante. Car, la création d'entreprise est un phénomène dépendant du réservoir et du potentiel de ressources fournies par l'espace territorial, il suffit à l'entrepreneur de le révéler et l'exploiter pour son entreprise. Le territoire peut même constituer à travers ses potentialités et puis ses ressources, un facteur essentiel pour le développement de l'entreprise, il fournit des capitaux, de la main d'œuvre, l'information...qui sont nécessaires pour chaque entreprise. Ce qui donne au territoire un rôle majeur dans la localisation des entreprises et par conséquent l'émergence de l'entrepreneuriat.

Ainsi, le potentiel entrepreneurial ne peut s'épanouir que dans un milieu favorable, un milieu incubateur, un terrain fertile qui offre des opportunités de création d'entreprises. Son impact sur les phénomènes entrepreneuriaux peut varier selon le nombre et la diversité de ces opportunités ainsi offertes. Toutefois ces ressources restent des potentialités latentes cachées qui nécessitent d'être détectées, exploitées et valorisées par les acteurs territoriaux. La commune avec ses composantes identitaires, matérielles et organisationnelles et son infrastructure de production et de distribution constituent des éléments stimulants ou freinant le développement des entreprises. Néanmoins, on trouve souvent des régions qui côtoient un grand marché et se dotent de bonnes ressources informationnelles, comme les instituts et les universités, mais ne parviennent pas à combler le déclin en matière d'implantation des investissements. D'où le rôle prépondérant des leaders politiques et gouvernements locaux à mettre en œuvre des mesures adéquates pour attirer les entrepreneurs à s'y implanter (Saboun, 2013). Quel est alors l'état des lieux en matière des dynamiques entrepreneuriales des jeunes dans les communes du Bénin. L'étude se contentera ici de présenter les données recueillies dans la ville de Porto-Novo.

4 DYNAMIQUE ENTREPRENEURIALE DES JEUNES À L'ÉPREUVE DE LA DÉCENTRALISATION ET DE LA GOUVERNANCE LOCALE

L'économie locale de Porto-Novo repose essentiellement sur le secteur informel. Le secteur formel n'est pas développé. Cette situation est favorisée par la perméabilité des frontières Bénino-Nigériane. On ne note pas une spécialisation de la ville dans une activité économique précise. Cependant, Porto-Novo demeure la métropole des grands commerçants béninois aux chiffres d'affaires relativement importants. Les activités économiques sont largement dominées par les femmes qui dirigent plus de 56% des établissements recensés notamment dans le commerce. La population active est jeune et 54% des chefs d'entreprises commerciales et de services ont moins de 30 ans. Le secteur tertiaire essentiellement le commerce occupe 47,28% des populations de Porto-Novo. Le second secteur qui mobilise la population de Porto-Novo est bien l'industrie manufacturière (26,29%).

4.1 PROFIL DES JEUNES ENTREPRENEURS DE LA COMMUNE DE PORTO-NOVO

Du point de vue de l'âge, 12.92% des enquêtés se situent dans la tranche de 18 à 20 ans, 37.66% de 21 à 25 ans, 35.15% de 26 à 30 ans et 14.23% de 31 à 35 ans. Les jeunes sondés sont pour la plupart célibataires (74.9%) et 25.11% d'entre eux mariés. Les jeunes approchés lors de cette recherche sont pour la majorité de niveau universitaire. 36.61% d'entre eux ont déclaré disposer d'un diplôme universitaire, tandis que 15.15% n'ont atteint que le second cycle du secondaire. Ceux qui ont atteint ou complété le premier cycle du secondaire représentent 16.53% des enquêtés; tandis que ceux qui ont atteint le niveau primaire et effectué des études dans une école professionnelle représentent chacun 9.83% de la population sondées; et ceux qui n'ont fait aucune étude représentent 10.04%.

Du point de vue de l'âge, 7.58% des créateurs et/ou gérants d'entreprises des enquêtés se situent dans la tranche de 18 à 20 ans, 31.21% de 21 à 25 ans, 40.91% de 26 à 30 ans, 30.30% dans celle de 31 à 35 ans. 43.94% sont mariés tandis que 56.06% se déclarent célibataires.

De même, (60.46%) n'ont eu aucune formation liée à la création ou la gestion d'entreprise. Ceux qui ont eu une formation en entrepreneuriat ou gestion d'entreprise ont cité les cadres de formation suivants: lors d'une conférence ou d'atelier de formation (20.09%), pendant un cours ou un module portant sur l'entrepreneuriat ou la gestion d'entreprise (17.57%), lors d'une formation aboutissant à un diplôme en entrepreneuriat ou en gestion d'entreprise (7.32%).

4.2 INTENTION ENTREPRENEURIALE DES JEUNES DE PORTO-NOVO

Les jeunes de Porto-Novo n'ont pas une vision très positive de l'entrepreneuriat. Interrogés sur le meilleur choix de carrière pour un jeune, plus de la moitié des enquêtés (60.38%) ont préféré être salariés soit en qualité de fonctionnaires d'État (35.48%), d'employés au sein d'une entreprise privée (11.51%), d'employé d'une institution internationale (11.09%) ou encore au sein d'une organisation non gouvernementale nationale (2.30%). Seulement 39.62, veulent créer une entreprise.

Cette absence de motivation à l'entrepreneuriat paraît plus développée chez les jeunes de la tranche d'âge de 18 à 20 ans que les autres tranches. Les gens se situant dans la tranche de 21 à 25 ans voient en la création d'entreprises le meilleur choix de carrière représentent 15.29% des enquêtés. Ceux de la tranche de 26 à 30 ans représentent 9.29%. Cela ressort du tableau.

Pour mieux affiner notre compréhension de cette intention d'entreprendre chez les jeunes de Porto-Novo, nous les avons amenés à faire un choix entre deux options. L'idée était de cerner la place qu'ils accordent à l'option entrepreneuriale suivant la disponibilité des moyens. Ces deux opportunités étaient: le financement de ses études et la création de son entreprise. Les résultats indiquent que plus de la moitié (59.21%) des interviewés préférèrent créer leur entreprise s'ils disposaient de moyens au lieu de financer leurs études. Cette dernière option a été préférée par 40.79% des enquêtés. Cela prouve que si la commune avait mis en place des initiatives d'accompagnement des jeunes, ils iront volontiers à la création des entreprises.

Le choix du domaine d'activités dans lequel les jeunes souhaitent créer leurs entreprises dépend dans 34.94% des cas de la rentabilité financière qu'ils y voient. 30.13% souhaitent créer leur entreprise dans leur domaine de compétence, tandis que 16.95% veulent se lancer dans un domaine qui est lié à ce qu'ils ont étudié. Les autres raisons de choix du domaine d'activités sont: les raisons liées à l'environnement (5.44%), des suggestions (3.97%), la passion pour le domaine (1.88%) et l'absence d'autres choix (1.05%).

4.3 LES MOTIVATIONS À LA CREATION OU NON D'ENTREPRISES PAR LES JEUNES DE PORTO-NOVO

Comme développé antérieurement, moins de la moitié des jeunes sondés durant cette étude ont une opinion positive de l'entrepreneuriat. Beaucoup trouvent en la création d'entreprises le meilleur choix de carrière. Ils souhaitent créer leurs propres entreprises et pensent pouvoir le faire dans les cinq prochaines années ou l'ont déjà créé et sont en train de la gérer. Nous avons voulu approfondir notre analyse du sujet en cherchant à découvrir les facteurs de motivation à la création d'entreprises. Dans cette dynamique, nous avons mis à contribution plusieurs variables afin d'en faire une analyse plus approfondie. Il s'agit notamment de l'expérience entrepreneuriale des proches (membre de la famille, amis, etc.), l'influence de l'entourage des jeunes et de l'expérience du jeune dans une autre entreprise.

Il ressort de ces analyses que 58.37% des enquêtés ont l'un de leurs proches qui sont ou ont été propriétaires d'entreprises contre 41.42% qui n'en ont pas. 26.36% ont travaillé au sein de l'entreprise de leurs proches et 45.40% d'entre eux pensent que l'entreprise de leur proche avec qui ils ont travaillé a été un succès. Par contre, 10.25% d'entre eux gardent un mauvais souvenir de l'expérience entrepreneuriale de leur proche avec qui ils ont travaillé.

Etant donné que plus de la moitié des jeunes préfèrent le travail salarié au détriment de l'entrepreneuriat, nous avons voulu mieux comprendre les motifs pour lesquels leur vision est différente de celle des autres. Nous avons à cet effet fait recours à plusieurs variables pour cerner les facteurs de démotivation à l'entrepreneuriat. Deux de ces variables ont porté sur ce que pensent les jeunes des compétences et qualités nécessaires à un chef d'entreprise. Dans un premier temps, il a été demandé aux jeunes de citer les qualités et compétences nécessaires à un chef d'entreprise et en second lieu, il a été posé la question de savoir quels sont les obstacles qui les empêchent d'entreprendre. Le tableau ci-dessous fait un des principales raisons.

L'opinion des jeunes sur ce qu'ils pensent être des obstacles pour eux à se lancer dans la dynamique entrepreneuriale est une autre variable que nous avons étudiée pour mettre en exergue les facteurs de démotivation des jeunes à la création d'entreprises. L'analyse de cette variable indique que le manque de moyens financiers est le principal obstacle potentiel à l'entrepreneuriat chez les jeunes. Il a été cité par 83.05% des enquêtés. Les autres obstacles cités sont: l'absence d'accompagnement (6.28%); le manque de volonté (3.15%); le manque de réseau relationnel solide (3.15%); l'absence de compétences managériales (2.51%); la peur du risque (1.68%) et le manque de formation (0.21%) comme l'indique le tableau ci-dessous.

A l'analyse des données recueillies, on note aisément que les autorités communales ne jouent pas ou ne savent pas le rôle qu'elles doivent jouer dans la promotion de l'entrepreneuriat des jeunes sur leur territoire. Or les systèmes de production localisée doivent reposer sur la synergie des entreprises locales et des institutions. Les acteurs locaux sont liés par le développement de leur territoire. Et les jeunes constituent une frange très importante en matière de développement local économique. Le développement des systèmes de production localisée nécessite donc que l'on repense le mode de fonctionnement des collectivités locales au Bénin car les enjeux locaux deviennent de plus en plus un paradoxe à l'heure de la mondialisation et de la globalisation des économies. Les acteurs locaux doivent travailler dans une synergie dynamique sur un territoire ce qui suppose la mise ensemble de toutes les forces économiques surtout celles des jeunes scolarisés ou non vivant sur le territoire de la commune.

La maîtrise du processus de création d'entreprises est une variable que nous avons mise à contribution dans l'analyse des facteurs de démotivation à l'entrepreneuriat. Interrogés sur la connaissance qu'ils ont de ce processus, 57.95% des personnes interviewées déclarent ne pas connaître les différentes étapes contre 31.8% qui pensent les connaître. Le fameux plan d'affaires considéré comme l'un des éléments nécessaires à la création et à la réussite d'entreprise est un outil dont 57.74% des interviewées déclarent ne pas savoir concevoir contre 28.03% qui pensent en être à mesure.

4.4 CONSTATS SUR LA POLITIQUE D'AIDE ET STRATEGIE D'ACCOMPAGNEMENT À LA CREATION D'ENTREPRISES POUR JEUNES DANS LES COMMUNES

La politique d'aide et stratégies à la création d'entreprises pour les jeunes s'exprime en termes d'accompagnement. Nos investigations ont permis d'identifier différentes structures d'aide à la création d'entreprises. Nous pouvons les regrouper en trois catégories. Il s'agit des incubateurs, des structures étatiques (publiques) d'aide à la création d'entreprises pour jeune et les établissements financiers. Il s'agit de l'Agence Nationale pour la promotion de l'Emploi (ANPE), du Fonds National de la Micro finance, du Fonds National pour la Promotion de l'Emploi et de l'Entreprenariat des Jeunes (FNPEEJ), des Busines Promotion Center (BPC) et le Projet Emploi Jeunes (PEJ). Ces organismes d'aide ont pour tâche, nous confiait l'un des interviewés, de : *« S'occuper de la vie entrepreneuriale des jeunes, c'est-à-dire de la politique à la conception, jusqu'à la mise en œuvre de toute la politique nationale liée à l'auto-emploi des jeunes. Quand on parle de jeunes, ce sont ceux qui sont âgés de 18 à 40 ans. »*

Mais sur le terrain, le constat est ahurissant. La majorité des jeunes interviewés pensent que ces structures ne jouent pas véritablement leur rôle. La preuve c'est qu'ils sont tous à la maison et au chômage. Mieux, dans la commune de Porto-Novo, les initiatives en faveur de la promotion de l'entrepreneuriat des jeunes n'existent presque pas. Le Busines Promotion Center (BPC) installé dans la commune a cessé de fonctionner depuis des mois. Aucune structure de la mairie ne s'occupe de l'orientation des jeunes en matière de création d'entreprise.

5 PERSPECTIVES POUR UNE DYNAMIQUE ENTREPRENEURIALE DES JEUNES DANS LE CONTEXTE DE LA DECENTRALISATION ET DE LA GOUVERNANCE LOCALE AU BENIN

5.1 SYNTHESE DES CONTRAINTES ET OBSTACLES À LA CREATION D'ENTREPRISES AU BENIN

Des difficultés majeures empêchent les jeunes de se lancer dans la création d'une entreprise. Il s'agit de :

- Le faible rôle des collectivités locales dans la vie économique des Petites et Moyennes Entreprises (PME);
- Des structures d'accompagnement inefficaces ;
- De l'absence d'institutions de micro finance pour les jeunes porteurs de projets ;
- Les lourdeurs dans l'octroi des crédits et rejet bancaire ;

- Des banques publiques qui ne sont qu'au secours du secteur public ;
- Les contraintes liées aux défaillances de l'administration ;
- L'environnement administratif peu favorable ;
- La centralisation administrative ;
- La contrainte du foncier ;
- De l'absence de cadre d'échange entre les jeunes entrepreneurs et le faible rôle de la société civile ;
- Etc

Au Bénin, en plus de l'inexistence des textes juridiques qui organisant l'intervention des communes dans le développement des entreprises des jeunes, d'autres points qui méritent d'être soulevés, empêchent les collectivités locales de prendre en charge la possibilité d'intervenir directement et/ou indirectement au profit de la promotion de l'entrepreneuriat des jeunes. Il s'agit en effet de l'inégalité de la répartition des ressources fiscales entre l'Etat et les collectivités locales; de l'inégalité de répartition des ressources fiscales entre les collectivités locales elles-mêmes; de la progression des dépenses locales surtout pour le fonctionnement des communes; le manque de d'expertise économique des fonctionnaires des collectivités locales. Pour cela, une réforme fiscale locale est une nécessité indispensable pour donner aux collectivités locales une bonne santé financière qui leur permettra de participer dans le développement économique de leurs régions et au développement des entreprises. Le dispositif actuel se caractérise par l'insuffisance des ressources fiscales, leur instabilité et leur déséquilibre. Cela les rend inertes et non performantes, d'où les conséquences néfastes sur le développement des collectivités locales.

5.2 PERSPECTIVES POUR UNE MEILLEURE POLITIQUE PUBLIQUE DE PROMOTION DE L'ENTREPRENEURIAT DES JEUNES AU NIVEAU LOCAL

La mise en place d'un environnement propice à l'entrepreneuriat et à la création d'entreprise nécessite un large éventail de politiques synergiques et de soutien. Nombre de ces politiques touchent l'économie dans son ensemble, mais ont des répercussions notables sur les entrepreneurs potentiels et les PME. Il peut s'agir de politiques budgétaires et monétaires judicieuses, qui sont essentielles pour jeter les bases d'un environnement macroéconomique stable, mais aussi de politiques structurelles déterminant le contexte économique général dans lequel évolue le secteur des entreprises. Il s'agit de mettre en place des réformes qui passent par:

- La nécessité de la cohérence des politiques entre l'Etat, les collectivités locales et les autres acteurs
- La nécessité de la création d'un service d'aide et d'accompagnement des entreprises au niveau des communes béninoises
- La nécessité de l'enseignement à l'entrepreneuriat surtout dans les universités
- La nécessité de promouvoir l'entrepreneuriat et l'esprit d'entreprise dans les medias au Bénin
- La nécessité de repenser la gouvernance locale en matière de dynamique entrepreneuriale des jeunes

6 CONCLUSION

L'enjeu de cet article était de se demander si dans un contexte de décentralisation et la gouvernance locale, la dynamique entrepreneuriale des jeunes était une réalité pouvant conduire au développement économique locale des communes au Bénin. L'étude démontre que l'entrepreneuriat au Bénin en général et celui des jeunes en particulier dans un contexte de la décentralisation fait encore face à plusieurs contraintes qui entravent son dynamisme, des contraintes que nous avons largement détaillées dans cette étude. Parmi ces contraintes, nous avons insisté sur le problème du financement qui entrave non seulement les entrepreneurs mais aussi remet en cause la politique de l'Etat à travers les dispositifs publics d'aide à la création d'entreprises. En plus du financement, la dynamique entrepreneuriale des jeunes est bloquée par le faible rôle des collectivités locales dans la vie économique des Petites et Moyennes Entreprises (PME), l'absence des structures d'accompagnement efficaces; de l'absence d'institutions de micro finance pour les jeunes porteurs de projets; des contraintes liées aux défaillances de l'administration; de l'environnement administratif peu favorable; de la centralisation administrative et surtout la contrainte du foncier. De plus, il est noté que les ONG, le mouvement associatif, la société civile peuvent jouer un grand rôle dans la promotion de l'entrepreneuriat au Bénin, car leur absence influence négativement sur cette activité. Cependant, des perspectives pour une meilleure politique publique de promotion de l'entrepreneuriat des jeunes au niveau local existent. Il s'agit de revoir la cohérence des politiques entre l'Etat, les collectivités locales et les autres acteurs, de La nécessité de la création d'un service d'aide et d'accompagnement des entreprises au niveau des communes béninoises, de l'enseignement à l'entrepreneuriat surtout dans les universités, de la promotion de l'entrepreneuriat et l'esprit d'entreprise dans les médias au Bénin et enfin de repenser la gouvernance locale en matière de dynamique entrepreneuriale des jeunes.

REFERENCES

- [1] Afrique Conseil, (2006). Rapport sur la monographie de la Ville de Porto-Novo. 67p.
- [2] ANCB (2007). Auto-évaluation de la gouvernance locale au Bénin. Rapport Général. 213p.
- [3] Barakate, H. (2016). Commune et dynamique territoriale. Faculté des sciences juridiques, économiques et sociales–Mohammedia, Laboratoire de recherche en entrepreneuriat et management de l'environnement des PME (LAREME), *Revue Organisation et Territoire*. n°2, 13p.
- [4] Barth A. (2015). *Entrepreneuriat? Quelles sont les motivations des jeunes face à la création d'entreprise?* Maddynews [en ligne] consulté le 07 février 2018 <https://www.maddynews.com/business/2015/04/20/entrepreneuriat-jeunes/>.
- [5] Barth A. (2015). *Entrepreneuriat? Quelles sont les motivations des jeunes face à la création d'entreprise?* Maddynews [en ligne] consulté le 07 février 2018 <https://www.maddynews.com/business/2015/04/20/entrepreneuriat-jeunes/>.
- [6] Boucher, J-L., & Tremblay. D. (1999). La gouvernance locale: enjeux scientifique et politique. *Économie et Solidarités. La gouvernance locale*. PUQ. Vol. 30 No2, p.1-6
- [7] Dube, M. (2012). L'entrepreneuriat dans les politiques de développement régional des gouvernements du Canada et du Québec, des années 1988 à 2008. [Mémoire OCDE, Université du Québec à Rimouski].
- [8] Fayolle, A. (2004). *Entrepreneuriat, apprendre à entreprendre*, Dunod.
- [9] Fayolle, A. (2005). *Introduction à l'entrepreneuriat*, Dunod.
- [10] Fortin, P-A. (2002). *La culture entrepreneuriale, un antidote à la pauvreté*. Editions Transcontinental.
- [11] Gbégniho, J. (2017). *Dynamique entrepreneuriale des jeunes à Dangbo au Bénin*. [Mémoire de Master2 Professionnel, Institut National de la Jeunesse de l'Éducation Physique et du Sport (INJEPS) en Sciences et Techniques des Activités Socio-Educatives (STASE) Porto-Novo au Bénin]. 67p.
- [12] Koropogui, S. T. (2017). *Création d'entreprises en guinée: cas des jeunes de Conakry*. [Mémoire master en gestion des projets et développement, UACA, GUINEE, Conakry]. 78p www.memoireonline.com, consulté le 07 février 2018.
- [13] Koropogui, S. T. (2017). *Création d'entreprises en guinée: cas des jeunes de Conakry*. [Mémoire master en gestion des projets et développement, UACA, GUINEE, Conakry]. 78p www.memoireonline.com, consulté le 07 février 2018.
- [14] La Loi n° 97-028 du 15 janvier 1999 portant organisation de l'administration territoriale en République du Bénin.
- [15] La Loi n° 97-029 du 15 janvier 1999 portant organisation des communes en République du Bénin.
- [16] La Loi n° 98-005 du 15 janvier 1999 portant organisation des communes à statut particulier en République du Bénin.
- [17] La Loi n° 98-007 du 15 janvier 1999, portant régime financier des communes en République du Bénin.
- [18] Le Décret n° 2002-365 du 22 août 2002 portant création de la commission nationale des finances locales en République du Bénin.
- [19] Le Décret n° 2005-370 du 23 juin 2005 fixant les modalités de restitution aux communes, des ristournes sur les recettes recouvrées par les institutions centrales en République du Bénin.
- [20] Razafindrazaka, T. (2009). L'entrepreneuriat comme outil de développement territorial: construction d'un référentiel théorique. *Actes du Colloque international, la vulnérabilité des TPE et des PME dans un environnement mondialisé*, 11ème Journées Scientifiques du Réseau Entrepreneuriale, INRPME-AUF-AIREPME, 27 au 29 mai 2009.

Psychological preparation of INJEPS students for exams: Uses and meaning

Adolphe Ahonnon¹, Sourou Corneille Teba², Jules Marie Gandagbe³, Kolawolé Romuald Fachessi⁴, and Koffi Pierrot Edoh⁵

¹Doctor of Educational Sciences, Assistant Professor of CAMES Universities, University of Abomey-Calavi (Benin), National Institute of Youth, Physical Education and Sport, Social Psychology Research Unit and Animation (UR-PSA), Benin

²Doctor of English Didactics, Lecturer at CAMES Universities, University of Abomey-Calavi (Benin), National Institute for Youth, Physical Education and Sport, Psychology Research Unit Social and Animation (UR-PSA), Benin

³Doctor in Educational Sciences, University of Abomey-Calavi, Benin

⁴Doctoral student in Sciences and Techniques of Socio-Educational Activities, University of Abomey-Calavi (Benin), National Institute of Youth, Physical Education and Sport, Social Psychology and Animation Research Unit (UR-PSA), Benin

⁵Doctor of Educational Sciences, University of Abomey-Calavi (Benin), Full Professor of CAMES Universities, National Institute of Youth, Physical Education and Sport, Social Psychology Research Unit and Animation (UR-PSA), Benin

Copyright © 2023 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 Africa, students use strategies to succeed in studies. Christians and Muslims take a few minutes to pray to their God in the face of trials or on the eve of exams they organize prayer sessions so that God gives them the intelligence to face trials. As for those of endogenous beliefs, they make libations or sacrifices so that the spirits of the ancestors accompany them during their examinations. They use these practices to reduce stress. This study aims to identify the reasons why students are stressed at exams and the practices used to overcome the stress. This quantitative study allowed us to randomly choose 138 first-year students who were subjected to a series of survey questionnaires in order to identify, on the one hand, the manifestations of stress and, on the other hand, the management methods adopted. Based on our theoretical model, the results obtained show that the stress developed by the students is due to the fear of failure, the fear of wasting the financial means invested by the parents. The management methods adopted by INJEPS students to cope with stress include: perfect knowledge of the courses, preparation several days before the exam; religious beliefs through prayers, offerings and grigris.

KEYWORDS: religious beliefs, psychological preparation, stress, exams, students.

1 INTRODUCTION AND SUBJECT RATIONALE

The reforms of higher education impose on all universities in Benin internal examinations at the level of each school, institute and faculty. The INJEPS takes out a memorandum each year which notifies the progress of the examinations. For the 2017-2018 academic year, memorandum N° 0470 2018/UAC/INJEPS/D/SGE/SA dated May 17, 2018 formalizes the partial and final exams at INJEPS. The partial exam especially the final one is organized towards the end of a semester, it can be called passing exam, because the marks obtained in this exam will be multiplied by two or not, this depends on the credit granted to this subject (regulation pedagogical of the INJEPS). Thus, in the face of exams, students experience certain difficulties due to stress, perhaps it is a question of the fear on the part of the student of not being up to the tests, the fear of failure seen the scope of this review. So, it is very important for the student to give the best of himself during this so-called final exam, which plunges the student into anxiety.

Indeed, on the approach, the eve or the day of the exams, a large number of students are looking for solutions to avoid an excessively stressful situation. Difficulties in adapting to stress are manifested in the form of fatigue, especially intellectual, with difficulty in memorizing, sleep disorders often linked to the abuse of stimulating substances, anxiety attacks, digestive disorders.

In Africa, stress management remains a fundamental concern for man since he is confronted with this stress every day, especially in the case of students taking exams or approaching continuous monitoring, because they attach great importance on note.

All actors (athletes, schoolchildren, etc.) know that controls and especially sports competitions often provoke passions which manifest themselves in athletes, through reactions which do not always favor their full expression, but which compromise them (Diatta, 1999). This is why it remains urgent for a person who engages in an activity to consider ways to deal with these types of reactions. In this perspective, everything that is likely to help prevent or overcome this phenomenon must be taken into account. Topics may appeal to cultural beliefs (Nahimana, 1997; Tanimomo 1999; Fontayne and Sarrazin, 2001). It is indeed to these practices that the Black African essentially refers to fight against factors that inhibit performance. This well-known strategy in African circles should not escape students during exams and school sports meetings. Indeed, students to channel or control stress use various practices. Also, many feel stressed by their family situation and the problems that may arise from it. (Thompson et al, 2011) highlighted the association between stressful event and suicidal ideation (production of ideas) in young people. The intensity of their fears about their professional future is a predictive variable of suicidal ideation. This type of concern may persist in a certain number, fears related to success in studies, fear of unemployment and financial dependence dominate among students (Réveillère et al, 2001).

In Benin, the same situation prevails when referring to Africa in general and, in the sense that students taking exams (partial and final) feel in fear of failure, anxiety, form of fear that animates them, and to control this stress they use various practices to protect themselves against this phenomenon. New students (first-year students) being new to the university system will have difficulty coping with the demands of the environment. Indeed in his daily practice, the Beninese is free of his beliefs. The constitution of December 11, 1990 in its article 23 provides "everyone has the right to freedom of thought, conscience, religion, worship, opinion and expression in respect for the public order established by law and regulations. The exercise of worship and the expression of beliefs are carried out with respect for the secularism of the State..." As a result, it guarantees freedom of worship to all citizens.

The main thing is that manifestations related to a person's beliefs do not interfere with the tranquility of other citizens and the administrative rules that govern civil life. Student malaise is the difficulty in coping with very stressful situations. However, poor stress management can affect their psychosocial adaptation, their academic career (Dumont et al, 2003) and their suicide risk (Zhang et al, 2012). It is therefore important to know and understand the conditions and mechanisms by which they experience difficulties, or not, during stressful confrontations. Stress management is of paramount importance in the life of an exam student, but it is clear that students find it difficult to manage their stress in the face of exams. This work focuses on the study of religious beliefs and psychological preparation of students for exams.

What are the manifestations of stress among INJEPS students and what are the practices used by students to overcome stress ? These are all questions that will allow us to formulate the following objectives and hypotheses. This study aims to identify the manifestations of stress among INJEPS students and the practices used to overcome stress. Always in order to answer the main research question, we postulate on the one hand that the stress felt by INJEPS students during exams is due to the fear of failure and the waste of money invested by parents and on the other hand that the practices used by the students to overcome stress are rational and irrational.

2 METHODOLOGICAL APPROACH

All scientific research follows a given approach called methodology or methodological approach which allows the researcher to be able to collect quantitative data on his research subject. Thus, the methodology is the set of approaches or modes of access to knowledge. In other words, it is the combination of techniques and tools to carry out research and achieve the objectives previously set (René, 2016). Moreover, Quivy and Campenhoudt (1995) state that "It is above all important that the researcher be able to design and implement a device for the elucidation of reality, that is to say in its broader sense, a working method.

2.1 NATURE OF THE RESEARCH

This research aims to identify the manifestations of stress among INJEPS students and the practices used to overcome stress.

It first proposes to seek, using a survey questionnaire, the manifestations of stress among students in exams and their mode of management. With this in mind, the use of a single method would be the most appropriate for achieving our different objectives. This is why this research is purely quantitative.

2.2 SURVEY POPULATION

The population can be defined as the set of all the elements about which one wishes to make inferences (Tito, 2012). Explicitly, the population is made up of all the subjects, units or objects that are potentially concerned by the survey (René, 2016). Thus, the survey

population is all the actors concerned by a study (René, 2016). Not being able, within the framework of this research, to take into account the entire base population, the sample used is of the non-probability type and more precisely a reasoned or judged choice. This is the type of sample that might be warranted for a study such as this. It is therefore a question of choosing sampling units according to their number in each discipline. Logically, the selection within each of these units is done in a reasoned way. The first step is to assign the two Departments (STAPS and STASE) of INJEPS a weight in relation to the number of students there.

- Sample size:

It is on the formula of the margin of error for infinite population that we base ourselves to determine the size of the sample necessary to obtain the desired precision (margin of error), at the determined confidence threshold, for a maximum proportion (or occasionally for a known specific proportion). Thus, the determination of the size of our sample is made using the Schwartz formula:

$$N = Z_{\alpha/2} \times PQ/d^2.$$

Number of students in the first years selected = 320

Number of students in the first years STAPS and STASE = 320

These figures give according to the Schwartz formula $N = Z_{\alpha/2} \times PQ/d^2$:

$$Z_{\alpha/2} = 1.96$$

$$Q = 1 - P$$

$$P = 320/320$$

$$P = 1$$

$$P = 100\%$$

$$d^2 = (0.05)^2$$

On this basis we obtain: $N = 1.962 \times 0.10 (1 - 0.10) : 0.052$

$$N = 138$$

$N = 138$ students (minimum sample size)

In summary, using the Schwartz formula for our sampling, the overall number of first-year STAPS and STASE students in our investigations is 138 subjects.

2.3 MEANS OF INVESTIGATION

To obtain the data necessary for this study, we developed a survey questionnaire that was sent to the students. This questionnaire consists of two main parts. The first part relates to the collection of the manifestations of student stress during exams. The second part concerns the management of stress through the practices used to overcome stress. Both parts recount a number of statements used to describe firstly the state of the students in the exams and secondly, their mode of management.

We have as study population the students of the INJEPS, particularly those of the first year registered during the academic year 2017-2018 to whom we administered the questionnaires.

The questionnaire has a three-point scale ranging from "Disagree" to "Agree" given the level of the students.

To complete the questionnaire, the subject ticks a single box that he considers appropriate at the level of each proposed answer opposite each question.

2.4 CRITERIA

2.4.1 INCLUSION CRITERIA

To be part of our target population during our field research, you must:

- be voluntary;
- be a student in STASE or STAPS at INJEPS;
- be an undergraduate student (1st year)

2.4.2 CRITERIA FOR NON-INCLUSION

Cannot be part of our study:

- students from the 2nd to the 5th year;
- students who have not fully answered the items making up the questionnaire

2.4.3 EXCLUSION CRITERIA

- be a student from another university;
- be a student in the second cycle of INJEPS;
- be a PhD student

2.5 LOCATION AND CONDUCT OF THE SURVEY

The student survey took place on the second INJEPS site in Djavi in the district of Mèdédjonou Commune of Adjarra from August 8 to 17, 2018. The information is collected on a paper medium on which the questions are written of the survey questionnaire that we distributed to the subjects.

2.6 PROCESS FOR USING THE QUESTIONNAIRE

The answers to the questions were exploited, taking into account the percentage of the number of subjects who answered all the items which contain the two main parts of the questionnaire, these are:

- The manifestations of the stress of INJEPS students during exams;
- The stress management of INJEPS students through rational and irrational practices

2.7 METHOD OF DATA COLLECTION

The first step is the documentary exploitation which consists in analyzing the various documents namely: dissertation, thesis, review of EPS, articles, consultation on the web, to which is added the survey by the questionnaire. To collect this data from the students, we approached the subjects directly in Djavi with the questionnaire.

2.8 DATA PROCESSING

After data collection, the information collected was subject to computer processing. This phase includes the analysis of the questionnaires to constitute a database, the entry and the analysis of the results. The data collected through the questionnaires were codified and entered with the collection software on Android called KoBoCollect v1.14.0a; these data were translated into tables and figures to facilitate their analyzes using SPSS 21 software and Microsoft Office Excel 2013.

3 PRESENTATION AND INTERPRETATION OF RESULTS

This point addresses two main points. On the one hand, it is a question of presenting and on the other hand of interpreting the various results from the surveys. These include first-year students from the two INJEPS streams, STAPS and STASE.

To better understand how INJEPS students feel about exams, questionnaires with items have been proposed. The most representative figures and tables have been selected and presented below according to degrees of agreement ranging from one to three, percentages and numbers.

3.1 RESULTS RELATING TO THE MANIFESTATIONS OF STRESS IN INJEPS STUDENTS DURING EXAMS

Table 1. Do you feel comfortable?

		Numbers	Percentage	Valid percentage
I'm comfortable	Disagree	15	10,87	10,87
	Few disagree	66	47,83	10,87
	OK !	49	41,3	10,87
	Total	138	100,0	100,0

Table 1 shows that 10.87% of the subjects do not agree, 47.83% disagree slightly and 41.3% of the students agree for the item "I am comfortable".

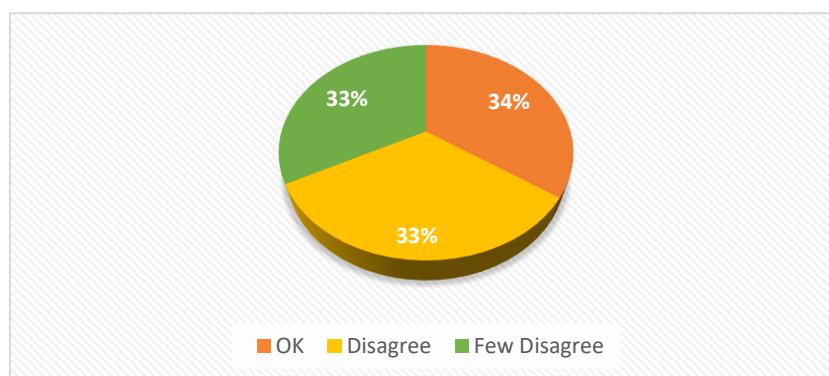


Fig. 1. Are you afraid of not being up to the test?

Figure 1 shows that 37.7% of students state that they disagree, 22.3% disagree and 40% state that they agree with the item "I have fear of not being up to the test".

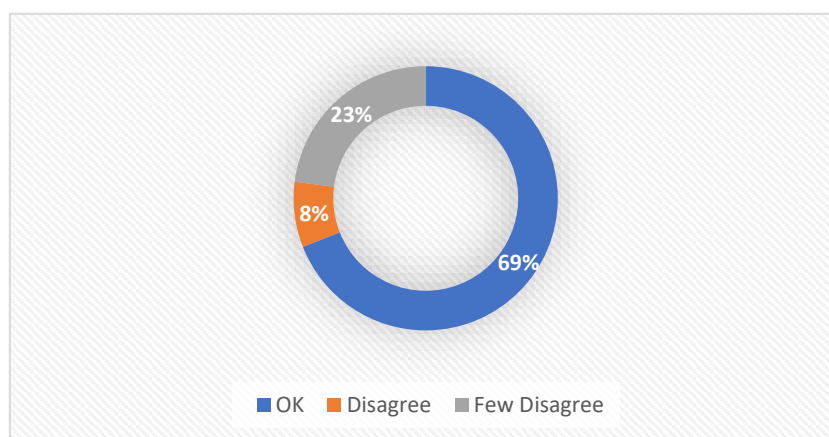


Fig. 2. Are you afraid of taking over a whole year ?

Figure 2 shows that 23% of students disagree, 8% disagree and 69% certify that they agree with the item "I'm afraid to take a whole year".

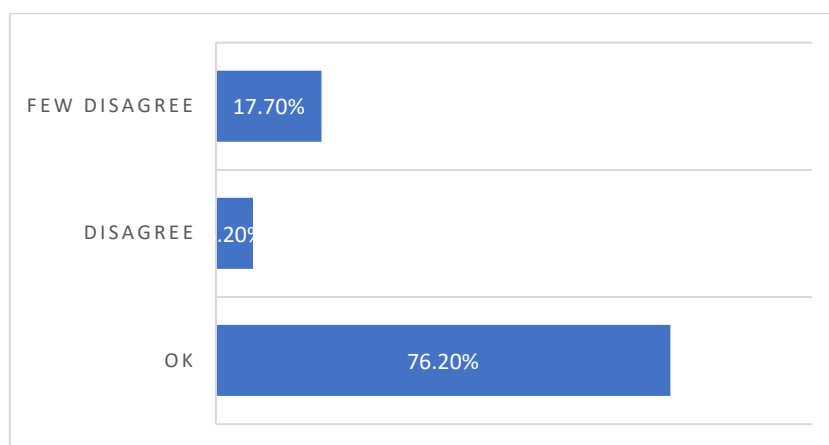


Fig. 3. Are you afraid of wasting the money invested by parents ?

Figure 3 shows that 17.7% of students indicate that they disagree, 6.1% disagree and 76.2% agree with the item "I'm afraid of wasting the money invested by the parents".

Table 2. Do you have difficulty concentrating ?

		Numbers	Percentage	Valid Percentage
I have difficulty concentrating	Disagree	51	36,96	36,96
	Disagree	64	46,38	46,38
	OK !	23	16,66	16,66
	Total	138	100,0	100,0

Table 2 shows that 39.2% of subjects do not agree, 43.1% disagree slightly and 17.7% of students agree with the item "I have difficulty thinking concentrate".

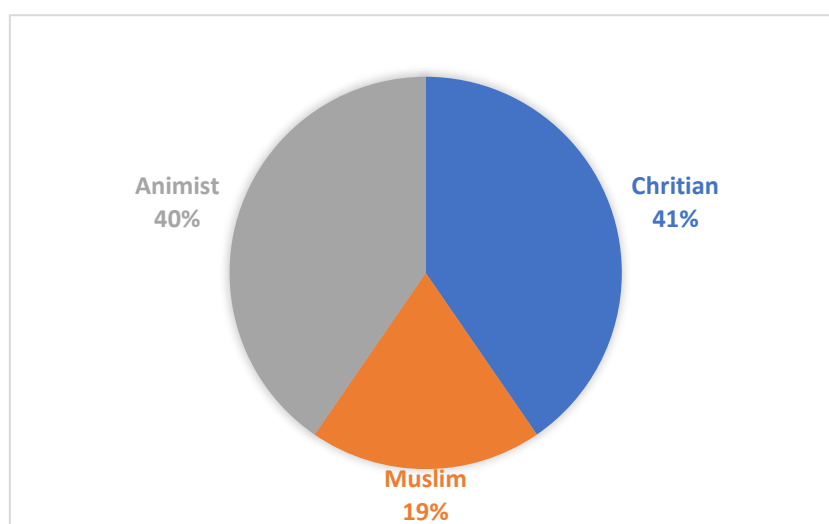


Fig. 4. Religion of INJEPS students

Figure 4 shows that 28% of INJEPS students are Muslims, 13% are animists and 59% are Christians. So at INJEPS, there are more Christians than Muslims and animists.

3.2 RESULTS RELATED TO STRESS MANAGEMENT THROUGH RATIONAL AND IRRATIONAL PRACTICES

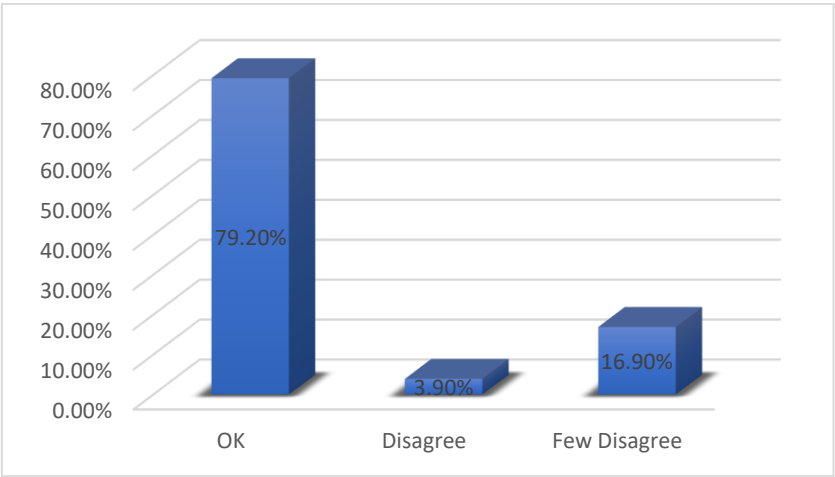


Fig. 5. Does praying for exams increase your determination to pass ?

Figure 5 shows that 16.9% of subjects few disagree, 3.9% disagree and 79.2% of students agree with the item "I pray for the exams because the prayer increases my determination to succeed".

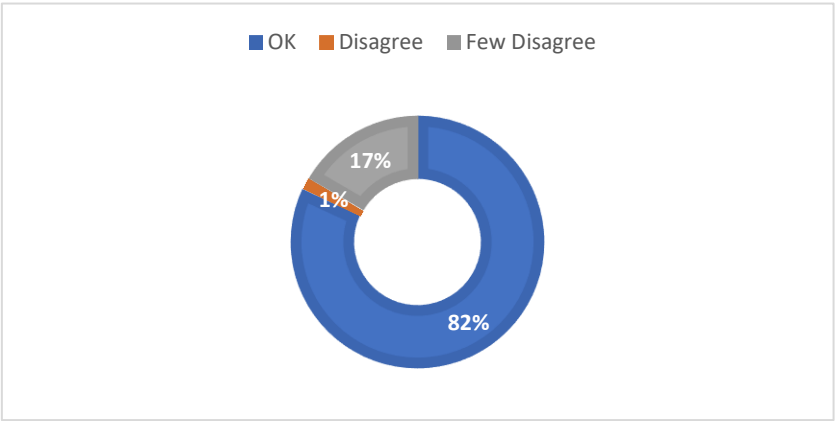


Fig. 6. Do you prepare several days before the exam ?

Figure 6 shows that 1% of students do not agree, 82% agree and 17% disagree with the item "I start my preparation several days before the exam ".

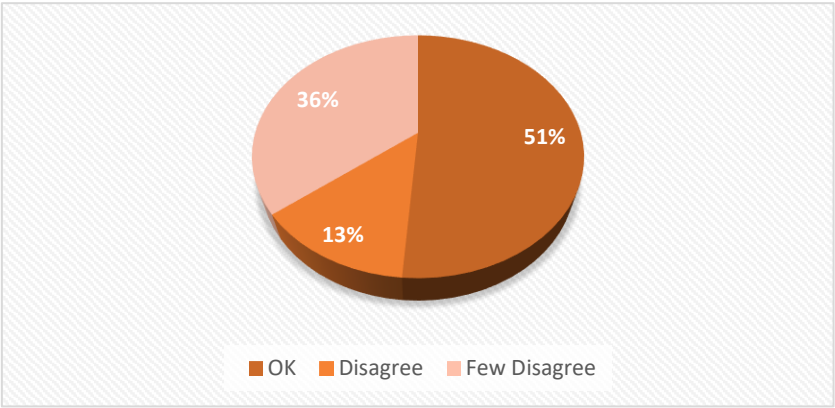


Fig. 7. Do you prepare several days before the exam ?

Figure 7 shows that 35.4% of subjects disagree, 13.1% disagree and 51.5% of students agree with the item "I don't study late eve of the exam."

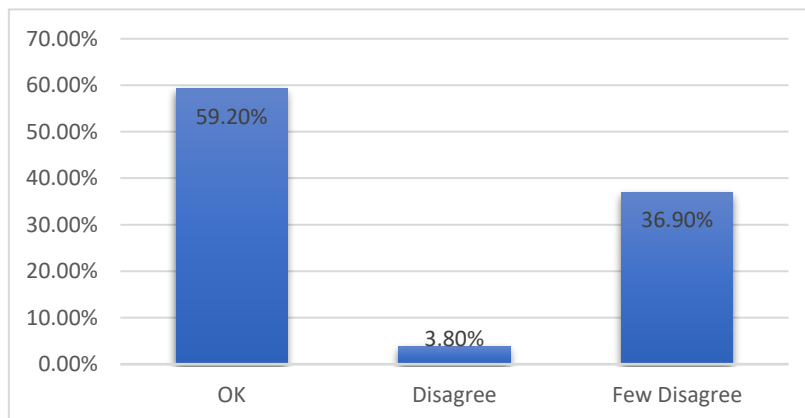


Fig. 8. *Do you have perfect knowledge of the courses ?*

Figure 8 shows that 59.2% of students agree, 3.9% disagree and 36.9% disagree with the item "I have perfect knowledge of the courses".

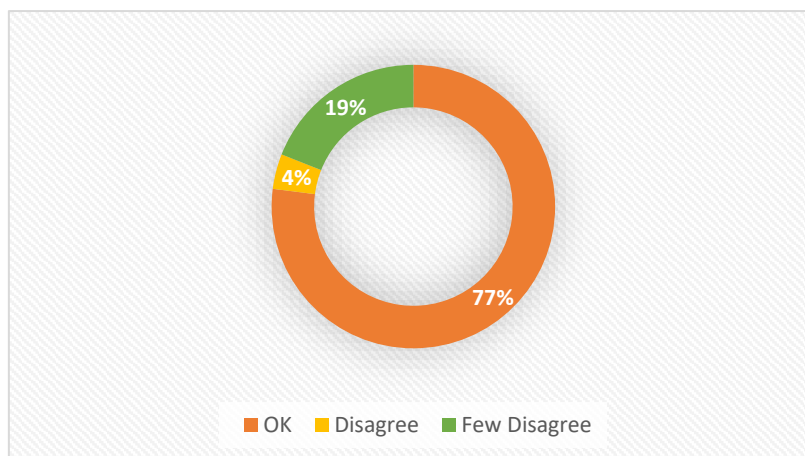


Fig. 9. *Does learning the lessons and praying give you firm confidence in passing the exam?*

Figure 9 shows that 77% of students agree, 4% disagree and 19% disagree with the item "when I learn my lessons well and I pray, I have a firm assurance for the success of the examination".

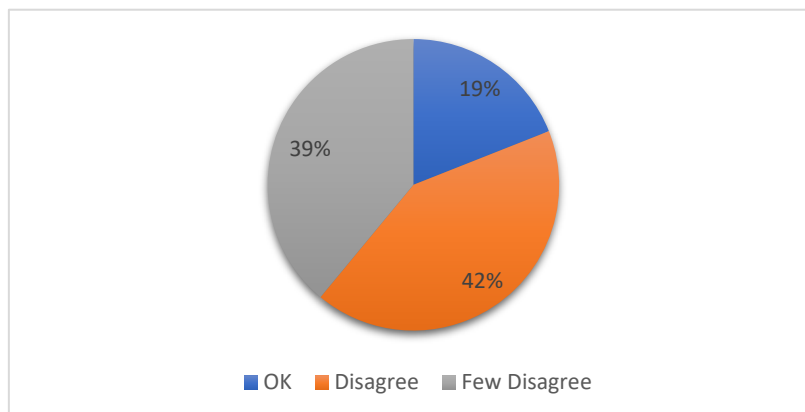


Fig. 10. *Does not wearing gri-gri on you during exams, cause a heartbeat as soon as the teacher brings the tests ?*

Figure 10 shows that 39% of students disagree, 19% agree and 42% disagree with the item "When I don't have my lucky charm on me during exams, my heart beats as soon as the teacher brings the tests.

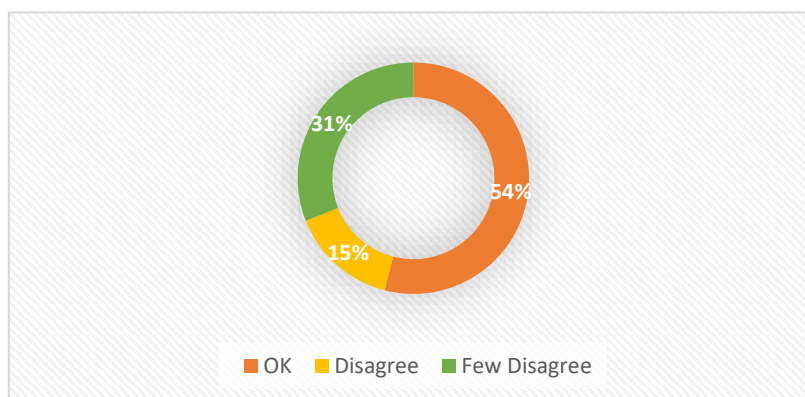


Fig. 11. Does wearing the rosary on you during compositions provide protection ?

Figure 11 shows that 54% of students agree, 15% disagree and 31% disagree with the item "When I have my beads on me during compositions, I feel protected".

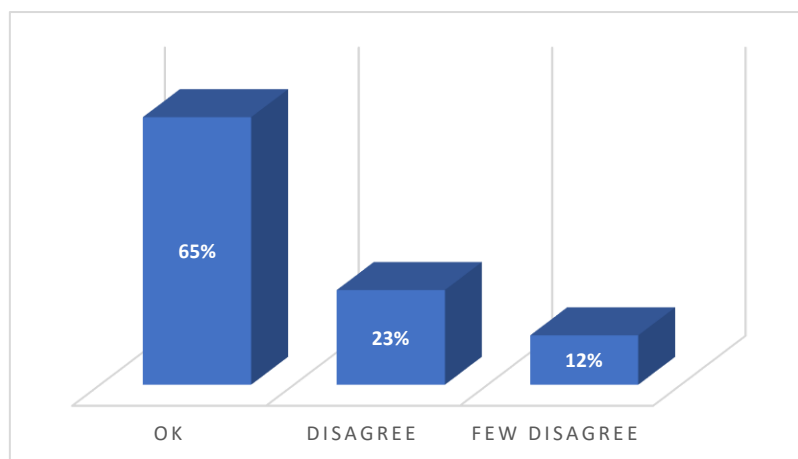


Fig. 12. Does making offerings for an exam ensure success ?

Figure 12 shows that 12% of students few disagree, 23% disagree, and 65% agree with the item "When I make offerings for an exam I am more determined for success. ".

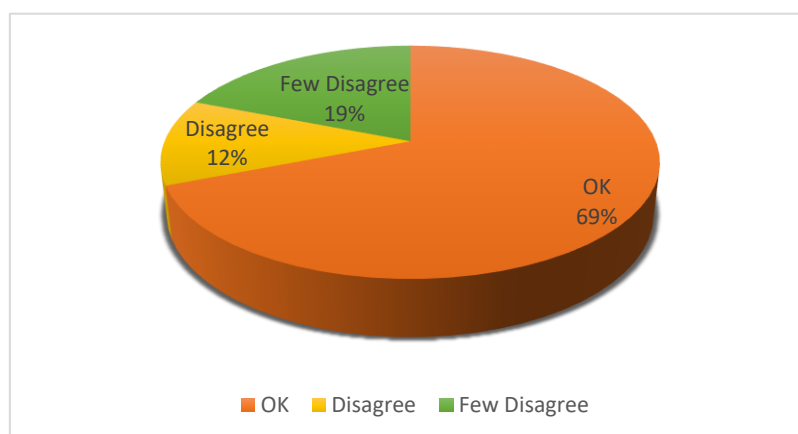


Fig. 13. Is praying to God during exams an important moment in concentrating on the object of the exams?

Figure 13 shows that 69% of students agree, 12% disagree and 19% disagree slightly with the item "I pray to God during exams because prayers are a important moment of concentration on the object of examinations"

Table 3. Distribution of subjects by sector

		I'm afraid to take over a whole year			Total
		Ok	Disagree	Few agree	
What is your speciality ?	STAPS	73	4	12	89
	STASE	24	7	18	49
Total		89	11	38	138

Table 3 shows us that the subjects in STAPS are higher than those in STASE, i.e. 89 against 49.

Table 4. Stress rate of students in STAPS and STASE

		I'm afraid to take a whole year			Total
		D'accord	Pas d'accord	Peu d'accord	
What is your speciality ?	STAPS	82,02%	4,49%	13,49%	100%
	STASE	48,98%	14,29%	36,73%	100%

Table 4 shows that in STAPS, 82.02% of students agree, 4.49% disagree and 13.49% disagree, while in STASE 48.98% of students agree, 14.29% disagree and 36.7% disagree with the item "I'm afraid to take a whole year" in order to know the stress rate of students in each course.

4 DISCUSSION

The objective of this study is to identify the reasons why students are stressed during exams and the practices used to overcome this stress. To do this, we confronted 130 first-year subjects (STASE and STAPS) with a survey questionnaire that we developed to collect their feelings about exams and how they go about managing it.

The results obtained after a survey show that most students say that during exams, new feelings are awakened in them. These feelings can be called manifestations of stress. Practically, it appears from the results that the majority of students who have to write the exam are afraid of not achieving their goal and are driven by a feeling of lack of control which results in a constant preoccupation with the mark (students attach great importance to the note). We can, in fact, draw the conclusion that feelings of stress manifest themselves in students. These results reinforce those of Slaviero (2014) who says that "globally, the main sources of stress are for students, exams".

Indeed, 40% of the subjects attest that they are afraid of not being up to the tests (figure 3); 69% certify that they are afraid to resume a whole year (figure 4); 76.2% admit to being afraid of wasting the money invested by the parents (figure 5). From these results, we can affirm that in the face of exams, the stress factor most often found in students is above all the fear of failure. The fear of not being up to the tests, of wasting the money invested by the parents. These results are in harmony with the work of Réveillère, Nandrino, Saily, Mercier and Moreel (2001) according to which the stress factors often found in students are linked to "hassles" or "minor stressors" which are specific to the student world, such as the fear of not succeeding in studies, the lack of material and financial independence or even the fear of unemployment. Campos et al (1984) also point out that fear is like an emotional disturbance, a pseudo-emotion, a feeling of strong worry, alarm, in the presence or at the thought of misfortune, danger, threatens.

Regarding stress management through rational and irrational practices, 81.5% of students report that they begin to prepare several days before the final exam (Figure 8); 51.5% acknowledge that they do not study late on the eve of the exam (Figure 9). The analysis of these results shows that preparing by repeating several times and avoiding studying late on the eve of the exam is an effective technique for managing exam stress. 59.2% of students agree that they have perfect knowledge of the courses (Figure 10). From this result, we can deduce that having more knowledge of the courses is also an effective technique to control exam stress. This therefore corroborates the work of Bourne (1970). According to this author, giving individuals as much knowledge and understanding as possible about future situations is an effective technique for coping with stress; This gives them an impression of mastery.

In addition, the irrational practices used by students depend on their religious affiliation, Figure 6 shows us that there are more Christians than Muslims and animists at INJEPS. Indeed, 79.2% of students confirm that they pray for exams because prayer increases their determination to pass (Figure 7); 77% attest that when they learn correctly and pray, they have a firm confidence for success (figure 11); 19% of students agree that when they do not have their charms on them during exams their heart beats as soon as the teacher

brings the tests (figure 12), this result shows us that the use of charms in exams at the INJEPS is low unlike the prayers that remain and remain high. 54% of the subjects affirm that when they have their rosary during the composition they are protected (figure 13); 65% of subjects say that when they make offerings for an exam they are more determined for success (Figure 14); 69% of students attest that they pray to God during exams, because prayer is an important moment in concentrating on the subject of the exam (figure 15). From this analysis, it appears that most students facing exams engage in a process of religious coping for a better result. These results corroborate with the work of (Ajib, 2018) who attests that "the practice of a religion and the attachment to it makes it possible to considerably reduce stress, or even to make it disappear". Prayers, charms and offerings can be requested for motivation, to prevent stress or for both reasons (Edoh, 2004). Their uses can also justify previous results and provide a glimpse of future ones (Diatla, 1999). Prayer remains a permanent recourse for Beninese and can be used to motivate oneself as well as to prevent stress. Thus, (Bruchon-Schweitzer et al, 2002) have shown that problem-focused coping reduces the tension experienced by the individual by reducing or eliminating the stressor.

Referring to the item "I'm afraid to take a whole year", 80.2% of STAPS students agree and 49% of STASE students agree (Table IV). From this result, we can say that students in STAPS are more stressed than those in STASE. So, it emerges from this analysis that we have two types of student profile at INJEPS: more stressed students and less stressed students. For the more stressed students, they are those who adopt an inappropriate coping strategy in the face of the situation or the danger, which increases the degree of anxiety of the student. This result corroborates with those of Bolger (1990) who presents the relationship between neuroticism, coping and anxiety, he notes that the use of the problem-focused coping strategy in the face of an academic exam seems to have the effect of increasing the student anxiety. As for the less stressed students, they mobilize personal resources such as self-esteem, which can be defined as the more or less favorable feeling that each one experiences with regard to what he is, or more exactly what he thinks he is (Bariaud & Bourcet, 1994). Self-esteem therefore guides the subject in his reactions as well as in his projects (Safont, 1992). It constitutes a resource that influences the cognitive analysis of situations, the perception of threats or the way of dealing with difficulties (Brown & Smart, 1989, quoted by Campbell, 1990). From all this, the individual is able to manage himself stressful situations which can cause him dangers and it is in this wake that this study proposes the use of the two types of practices (rational and irrational) which are important. in achieving objectives in the face of an exam.

5 CONCLUSION

By taking the exams as a stressful event for the students of the INJEPS, this study sought to know the manifestations of stress among the students and their mode of management. We sent a research questionnaire to 130 first-year subjects (STAPS and STASE).

The results obtained at the end of the administration of the questionnaire show that the stress felt by the students in the exams is due to the fear of not being up to the tests, of resuming a whole year, of wasting the money invested by the parents. All this plunges the student into great stress. Thus, these students, to manage their stress, begin the preparation several days before the exam. They have a perfect knowledge of the courses and do not study late (rational practices). These students, despite their option for competence, are not satisfied exclusively with these essential factors. They also use one and/or another form of practice (prayers, charms and offerings) that Africans south of the Sahara readily consider as customs that are part of their cultural characteristic to support their various commitments. They know that, faced with a situation like exams, you have to go through all the means to deal with it in order to help prevent and overcome the phenomenon. INJEPS students do not neglect practices stemming from their traditional beliefs, particularly prayers, the use of which is clearly superior to that of the other two types of practices (offerings and grigris). To the detriment of all this, our initial hypotheses are verified.

Thus, students need the necessary help to allow them to be relaxed in the face of exams. It is in this wake that this study offers new solutions that can enable students to control their stress in order to deal with a healthy mind in a healthy body.

What holds our attention in this study is the level of stress felt by the students at the level of the two streams. STAPS students are more stressed than STASE students. From this study emerges a new problem which is to know the reasons underlying the high level of stress of STAPS students.

REFERENCES

- [1] Bariaud, F., & Bourcet, C. (1994). The feeling of self-worth. *Educational and Vocational Guidance*, 3, p.271-290.
- [2] Benin (1991). The Constitution of the Republic of Benin. Onepi.
- [3] Bolger, N. (1990). Coping as a personality process: a prospective study. *Journal of Personality and Social Psychology*, 59, 3, p.525-537.
- [4] Bruchon-Schweitzer, M. (2002). *Health Psychology. Models, concepts and methods*. Dunod.
- [5] Campbell, J.D. (1990). Self-esteem and clarity of the self-concept. *Journal of personality and social psychology*, 59 (3), p.538-549.
- [6] Diatta, S. (1999) Magico-religious practices, anxiety and psychological preparation in Senegalese athletes: Doctoral thesis in STAPS: University of Burgundy.
- [7] Edoh, K.P. (2004) *Traditional beliefs and motivations among students in the Republic of Benin*, Doctoral thesis in STAPS: University of Caen Basse Normandie.
- [8] Memorandum N° 0470 2018/UAC/INJEPS/D/SGE/SA dated May 17, 2018.
- [9] Nahimana, S., (1997). *Technique of the body and development: the practice and social representations of sport in Burundi*. Thesis for the doctorate in ethnology and social and cultural anthropology: Bordeaux 2, p.309
- [10] Rene H. (1982). Stress and fear in sport, (Ed), *Nationales Komité for Elite Sport*.
- [11] Safont, C. (1992). Self-orientation in adolescence: these relationships with self-esteem and social competence. 3rd cycle doctoral thesis, Toulouse Le Mirail University.
- [12] Slaviero, A. (2014). *Stress and coping strategies in first and sixth year medical students*. Thesis for the diploma of State Doctor in Medicine, University of Paris Diderot.
- [13] Tanimomo, L. (1986). Contribution to the transcultural study of rites in the psychological preparation of Beninese and French footballers: practical consequences. 3rd cycle doctoral thesis in STAPS, University of Clermont-Ferrand II, U.F.R. in STAPS.

Phytodiversité ligneuse et état de conservation des forêts sacrées dans le Moyen-Chari et le Mandoul au sud du Tchad

[Woody plant diversity and conservation status of sacred forests in the Middle Chari and Mandoul In Southern Chad]

Goy SARADOUM¹, Mbatal TINGANE^{2,3}, Ibrahima ADAMOU³, and Guiguindibaye MADJIMBE²

¹Université de Sarh, Faculté des Sciences et Techniques (FAST), BP 105 Sarh, Chad

²Université de Sarh, Faculté des Sciences Agronomiques et de l'Environnement (FSAE), BP 105 Sarh, Chad

³Université de Ngaoundéré, Faculté des Sciences (FS), BP 456 Ngaoundéré, Cameroon

Copyright © 2023 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 is carried out in 5 relatively better preserved sacred forests and aims to evaluate the diversity and the potential for natural regeneration of the woody stratum. Flower and dendrometric surveys are carried out in 3 plots of 50 m x 50 m installed in each of the sacred forests randomly and according to the homogeneity of the vegetation. The Shannon diversity and Pielou equitability indices, as well as the ANOVA test, are calculated from the PAST 4.10 software, were used to assess floristic diversity; the ecological importance of species and families was assessed from the calculations of the Importance Value Indices (IVI). There are 72 species in 59 genera and 23 families. The values of the diversity indices are from 2.53 to 2.90 bits for the Shannon index; from 0.62 to 0.84 for the Equitability of Pielou. Density ranges from 448.00 to 1046.70 individuals/ha and basal area ranges from 639.16 m²/ha to 759 m²/ha per forest surveyed. The most regular species are *Combretum collinum* Fresen., *Detarium microcarpum* Guill. and Perr., *Anogeissus leiocarpa* (DC) Guill. and Perr., *Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn., *Prosopis africana* (Guill. and Perr.) Taub. The sacred areas of Hori and Koutou are in a better state of conservation. Regeneration is low and woody stands are subject to increased degradation due to anthropogenic pressure due to a loss of authority from traditional chiefs.

KEYWORDS: sacred forests, Chad, woody diversity, regeneration, conservation.

RESUME: Cette étude est menée dans 5 forêts sacrées relativement mieux conservées et vise à évaluer la diversité et les potentialités de régénération naturelle de la strate ligneuse. Des relevés floristiques et dendrométriques sont effectués dans 3 placettes de 50 m x 50 m installées dans chacune des forêts sacrées de façon aléatoire et en fonction de l'homogénéité de la végétation. Les indices de diversité de Shannon et d'équitabilité de Pielou ainsi que le test d'ANOVA sont calculés à partir du logiciel PAST 4.10, ont été utilisés pour évaluer la diversité floristique; l'importance écologique des espèces et des familles a été appréciée à partir des calculs des Indices de Valeur d'Importance (IVI). Il a été recensé 72 espèces réparties en 59 genres et 23 familles. Les valeurs des indices de diversité sont de 2,53 à 2,90 bits pour l'indice de Shannon; de 0,62 à 0,84 pour l'Equitabilité de Pielou. La densité varie de 448,00 à 1046,70 individus/ha et la surface terrière varie de 639,16 m²/ha à 759 m²/ha par forêt inventoriée. Les espèces les plus régulières sont *Combretum collinum* Fresen., *Detarium microcarpum* Guill. et Perr., *Anogeissus leiocarpa* (DC) Guill. et Perr., *Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn., *Prosopis africana* (Guill. et Perr.) Taub. Les aires sacrées de Hori et Koutou se présentent un meilleur état de conservation. Le taux de régénération est faible et les peuplements ligneux subissent une dégradation accrue due à la pression anthropique due à une perte d'autorité des chefs traditionnels.

MOTS-CLEFS: forêts sacrées, Tchad, diversité ligneuse, régénération, conservation.

1 INTRODUCTION

Selon l'article 8 de la CDB, « chaque Partie à la convention respecte, préserve et maintient les connaissances, innovations et pratiques des communautés autochtones et locales qui incarnent des modes de vie traditionnels présentant un intérêt pour la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique et en favorise l'application sur une plus grande échelle, avec l'accord et la participation des dépositaires de ces connaissances, innovations et pratiques et encourage le partage équitable des avantages découlant de l'utilisation de ces connaissances, innovations et pratiques ». La création des espaces protégés traditionnels date de l'antiquité et est l'œuvre des chefs coutumiers et certaines communautés comme des sites sacrés dédiés aux rites culturels ou des réserves des ressources stratégiques [1]. Ces aires sacrées constituent la méthode traditionnelle de conservation de la biodiversité et aident à protéger des écosystèmes ou les habitats particuliers et présentent ainsi des aspects positifs, susceptibles d'enrichir la politique nationale en la matière [2]. Il existe des liens entre des croyances et la conservation d'étendues terrestres et aquatiques dans tous les systèmes de croyance [3]. Mais face à la pression foncière et les mutations socio-culturelles en rapport avec les religions monothéistes, ces forêts subissent actuellement des dégradations rapides et massives, entraînant la réduction de leur superficie, voire leur disparition.

Sur tous les continents, les sites naturels sacrés et leur mode de gestion ont fait l'objet de plusieurs études scientifiques [4], [5], [6], [7]. Selon [8], un trait caractéristique des sites naturels sacrés est que des peuples veillent sur eux, parfois depuis très longtemps. Ce sont les gens qui ont servi de tuteurs et de gardiens des valeurs spirituelles, culturelles, biologiques et autres de ces sites et qui sont souvent clairement identifiés comme tels. Ils sont communément appelés autorités traditionnelles ou coutumières. Ces sites représentent les lieux de résidence des dieux, de l'esprit des ancêtres, d'initiation et d'intronisation des chefs traditionnels; et de prières pour la prospérité, de fécondité et de protection de la collectivité et des forêts donneurs de pluie [9].

Le réseau des aires protégées au Tchad couvre près de 10,2% de la surface du pays et reste globalement représentatif de toute la diversité des écosystèmes de la région [10]. De nombreux auteurs se sont intéressés à la végétation des aires protégées au sud du Tchad, notamment celle du Parc National de Manda dans le Moyen Chari [11], [12], [13], [14], [15], [16]. Les forêts sacrées couvrent généralement de petites superficies, mais grâce aux méthodes traditionnelles de gestion, elles participent efficacement à la protection de la faune et de la flore [17]. Cependant, très peu d'études [18] ont été menées pour connaître l'état actuel des peuplements naturels dans les aires sacrées dans le Moyen Chari géographique. Par ailleurs, au Tchad comme en Afrique, les forêts sacrées connaissent une dégradation proportionnelle à l'augmentation des populations riveraines et du développement de leurs activités socioéconomiques [19]. Il est donc nécessaire d'étudier la flore de ces reliques de forêts dans le but de les valoriser et d'évaluer leur contribution à l'atténuation du changement climatique.

Le présent travail a pour but de contribuer -à une meilleure connaissance de la flore et de la dynamique de conservation de quelques forêts sacrées dans le Moyen Chari. De façon spécifique Il s'agit tout d'abord d'évaluer la diversité floristique de ces forêts sacrées en suite de déterminer leur structure et enfin d'estimer leur capacité de régénération.

2 MÉTHODE D'ÉTUDE

2.1 ZONE D'ÉTUDE

L'étude s'est déroulée les cantons Balimba et Djoli dans le Département de Barh-Kôh et, le canton Bédaya dans le Département de Mandoul Oriental (Figure 1). Cette zone s'étend sur une superficie de 17 258 km² au Sud du Tchad, entre les latitudes 8°50'00" et 9°40'00" Nord et les longitudes 17°60'00" et 18°30'00" Est; son altitude varie entre 326 à 388 m.

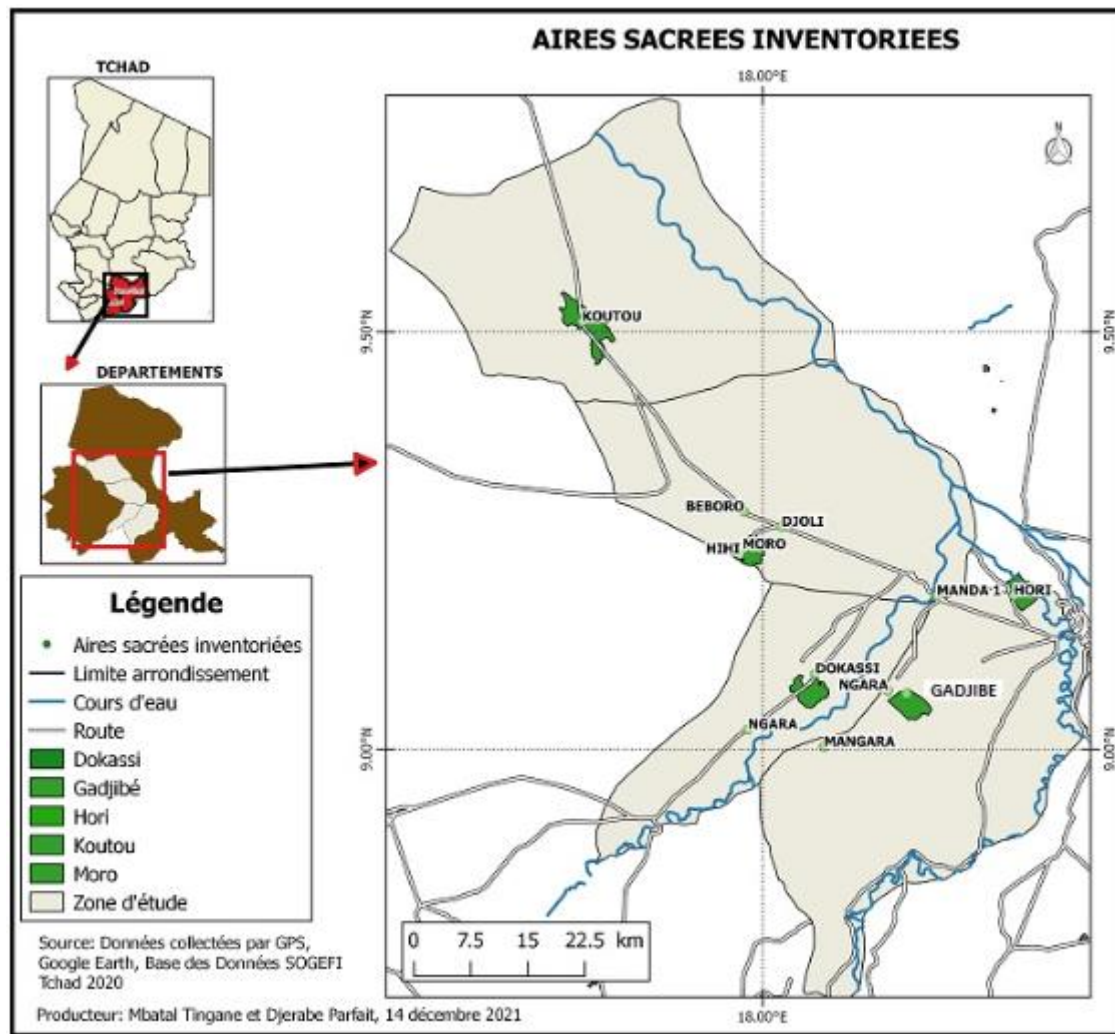


Fig. 1. Carte de localisation de la zone d'étude

Le climat est de type tropical avec une alternance de saison des pluies et de la saison sèche d'une durée moyenne de six mois chacune. Située dans la zone soudanienne et selon la station météorologique de l'Agence pour la Sécurité Aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA) de l'aéroport de la ville de Sarh, la pluviométrie varie de 900 à 1 200 mm par an, la température moyenne annuelle oscille entre 25 °C et de 32 °C et le taux d'humidité varie entre 32 à 85 %. L'hydrographie est caractérisée par des cours d'eau permanents notamment les fleuves Chari, Bahr Sara, Bahr-Kôh, Bahr Keïta, Bahr Aouk et Mandoul qui sont les principaux pourvoyeurs des Provinces du Moyen Chari et Mandoul en poissons.

La végétation est constituée d'important massif forestier comprenant trois types de formations: les forêts claires, les savanes arborées et les savanes arbustives [20]. La formation arborée est composée des *Fabaceae* et des *Combretaceae*. Les espèces sont typiquement soudanaises où on rencontre *Vitellaria paradoxa*, *Ziziphus mauritiana*, *Parkia biglobosa*, *Prosopis africana*, *Burkea africana*, *Terminalia macroptera*. Les formations végétales pour les savanes sont les parcs à *Faidherbia albida*, *Hyphaene thebaica*, *Pseudocedrela kotschy*, *Grewia venusta*; et pour les forêts claires les espèces dominantes sont *Daniellia oliveri*, *Anogeissus leiocarpus*, *Lophira lanceolata*, *Isobertinia doka*, *Azizelia africana*, *Sclerocarya birrea*, *Acacia seyal*, *Acacia sieberiana*, *Acacia polyacantha* et *Khaya senegalensis* [14], [21].

2.2 MÉTHODOLOGIE 2.2.1. INVENTAIRE FLORISTIQUE

Nous avons appliqué la méthode des quadrats expérimentée plusieurs fois en milieu tropical [22], [23]. L'aire de relevé est une placette carrée de 50 m x 50 m, soit 2500 m². Elle consiste à délimiter à l'aide d'une ficelle, de surfaces carrées de 50 m de côté à l'intérieur desquelles, l'on fait l'inventaire des ligneux en suivant les layons de 10 m de large et 50 m de long l'un après l'autre (Figure 2).

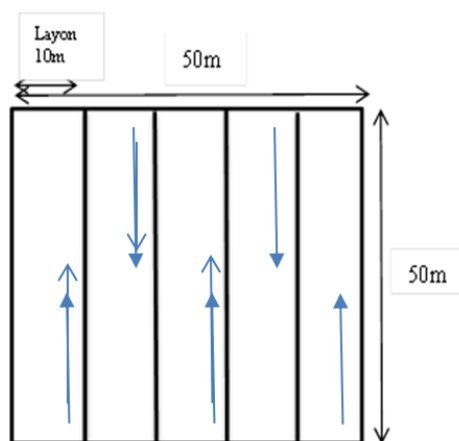


Fig. 2. Dispositif d'échantillonnage

Certains taxons sont identifiés sur place. Pour les échantillons litigieux, les flores du Sénégal [24] et du Tchad [25] ainsi que des bases de données numériques ont été mises à contribution. L'approche taxonomique utilisée est basée sur la dernière version APG IV de 2016.

La méthode d'inventaire adoptée est de type intégral. Au total, 15 relevés ont été effectués dans chaque aires sacrées. Pour chaque relevé, les caractéristiques d'identification du site, les conditions de stations (coordonnées géographiques, topographie, altitude) et les éléments relevant des perturbations anthropiques ont été notés.

2.2.1 MESURES DENDROMÉTRIQUES

Les paramètres dendrométriques qui ont été mesurés sont:

- Le diamètre à hauteur de poitrine (DHP ≥ 10 cm) à 1,30 m du sol à l'aide du ruban π ou décamètre pour les arbres.
- La hauteur des arbustes est obtenue à l'aide de la mire de 7 m et celle des arbres de grande taille grâce à l'usage de Altimeter BL6.
- La mesure du diamètre du houppier des ligneux est faite en tenant compte de l'orientation Nord-Sud et Est-Ouest par le décamètre grâce à la boussole.

2.2.2 INDICES DE DIVERSTÉ

Divers indices sont utilisés pour apprécier les descripteurs taxonomiques. Le calcul de la richesse spécifique (**S**) et la diversité au moyen de l'indice de Shannon *Weaver* (**H'**) et l'Équitabilité de Pielou (**EQ**) ont été effectués. Ces deux indices prennent en compte la richesse spécifique, la régularité de la distribution des espèces dans la communauté végétale, les indicateurs de la densité spécifique d'un peuplement et les mesures de la biodiversité.

- L'indice de Shannon se calcule sur la base de la formule suivante:

$H' = - \sum (n_i/N) * \log_2 (n_i/N)$, avec n_i = effectif de l'espèce i , N = effectif de toutes les espèces; H' s'exprime en bit.

- L'Équitabilité de Pielou (**EQ**) correspond au rapport entre la diversité observée et la diversité maximale possible du nombre d'espèces (N). $EQ = SH/\log_2 N$. L'Équitabilité de Pielou varie de 0 à 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une seule espèce. Elle est d'un (1) lorsque toutes les espèces ont la même abondance. Pour mieux quantifier et comprendre la structure horizontale du peuplement végétal, les indices comme: l'abondance relative (**Do**= rapport du nombre total d'individus [N_i] d'une espèce sur le nombre total d'individus de toutes les espèces [N] de la communauté multiplié par cent), la fréquence relative de l'espèce (**FeR** = rapport entre la fréquence de l'espèce et les somme de toutes les fréquences multiplié par cent); la densité relative (**DeR**) et la dominance relative de l'espèce [**DoR** = rapport de la surface terrière d'une espèce (**Ste**) à la surface terrière totale de la communauté (**StC**) multiplié par cent] ont été calculés pour chaque espèce. L'Indice de Valeur d'Importance des espèces (**IVIE**) = Fréquence relative + densité relative + dominance relative (pour l'espèce) et l'Indice de Valeur d'Importance des Familles (**IVIF**) = Fréquence relative d'une famille + densité relative d'une famille + dominance relative d'une famille ont été également évalués.

2.2.3 ANALYSE DES DONNÉES

Le logiciel PAST 4.10 a permis de faire l'analyse statistiques et de calculer les différents indices de diversité. Le test d'ANOVA a été utilisé pour comparer les moyennes. Le niveau de significativité choisi pour ces analyses est de 5%. Le GPS Garmin 62 a facilité la manipulation et le traitement d'autres données.

3 RÉSULTATS

Dans la zone d'étude, 14 aires sacrées ont été recensées. Les sites choisis pour cette étude sont ceux considérés moins anthropisés parmi les autres aires sacrées très dégradées ou presque disparues. Il s'agit de cinq (5) aires sacrées à savoir Gadjibé, Hori, et Moro dans les cantons Balimba; Koutou dans le canton Djoli et Dokassi dans le canton Bédaya.

3.1 DIVERSITÉ FLORISTIQUE

La figure 3 résume les diversités taxonomiques, les indices de diversité ainsi que le nombre d'individus dans chacune des 5 forêts sacrées inventoriées. Il a été inventorié 72 espèces appartenant à 59 genres et 23 familles. Dans les placettes, on note au niveau spécifique une variation de 11 à 26 espèces soit une moyenne de $19,90 \pm 3,58$ espèces par placette et de 31 à 50 ($37,60 \pm 7,36$) espèces par aire sacrée. Le nombre de genres varie de 23 à 37 ($30,40 \pm 5,07$) par site. L'aire sacrée de Hori est la plus riche en familles (20), genres (37) et espèces (50) suivie de Koutou et Dokassi. Il n'y a pas de différences significatives entre les autres aires. Les familles les plus riches en espèces sont les *Fabaceae* (25 espèces), les *Combretaceae* (9 espèces), les *Rubiaceae* (6 espèces), les *Anacardiaceae*, *Malvaceae*, *Phyllanthaceae*, *Sapotaceae* (3 espèces), les *Annonaceae*, *Cannaceae*, *Euphorbiaceae*, *Lamiaceae*, *Loganiaceae*, *Malvaceae*, *Meliaceae* et *Rhamnaceae* (2 espèces).

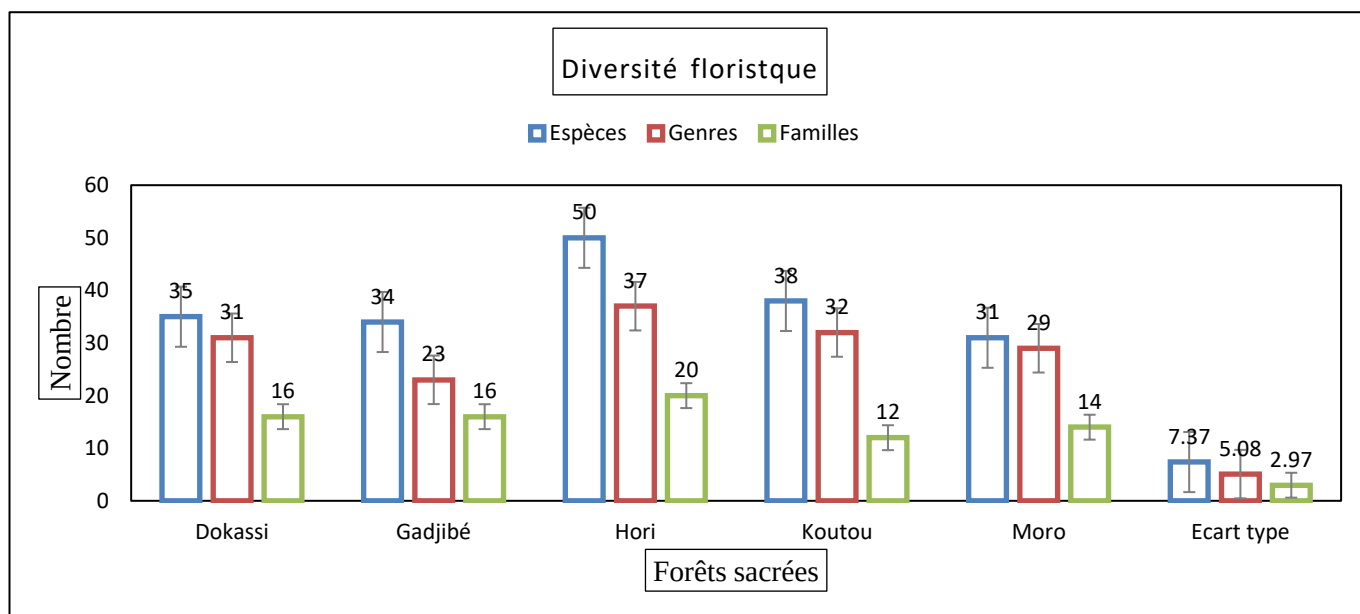


Fig. 3. Richesse taxonomique des parcelles inventoriées

Les espèces les plus présentes dans les parcelles sont (figure 4): *Combretum collinum* Fresen. Retrouvée dans 93,33% des parcelles, *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. (93,33%), *Anogeissus leiocarpa* (DC) Guill. et Perr. (80%), *Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn. (80%), *Prosopis africana* (Guill. et Perr.) Taub. (73,33%), *Sterculia setigera* Del. (73,33%), *Strychnos innocua* Del. (73,33%), *Daniellia oliveri* (Rolfe) Hutch. & Dalz. (66,67%) et *Strychnos spinosa* Lam. (66,67%). Les espèces riches en nombre d'individus sont: *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. (746 individus), *Combretum collinum* Fresen. (341 individus) *Anogeissus leiocarpa* (DC) Guill. et Perr. (290 individus), *Combretum molle* R.Br. ex G.Don (128 individus) *Combretum nigricans* Leprieur var *nigricans* (122 individus), *Terminalia glaucescens* Planch ex Benth. (121 individus) et *Piliostigma reticulatum* (DC) Hochst. (106 individus). Toutes les autres espèces ont un nombre de 1 à 75 individus. Certaines espèces peu dispersées comme *Mitragyna inermis* (Willd) O. Ktze comprennent beaucoup d'individus car elles forment des peuplements inféodés à des biotopes particuliers.

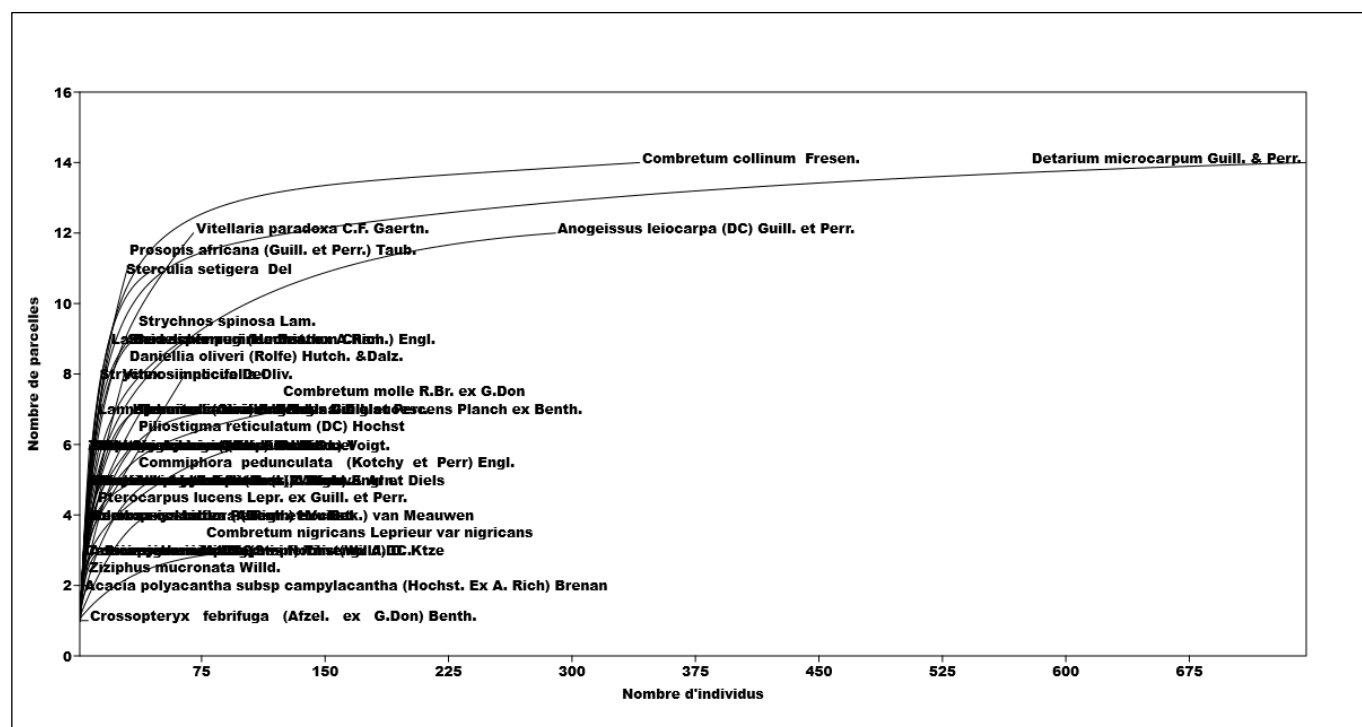


Fig. 4. Répartition des espèces dans les parcelles et nombre d'individus/espèces

3.2 INDICES DE DIVERSITÉ

Le tableau 1 montre que l'indice de Shannon varie en moyenne de 1,77 bits à Gadjibé à 2,80 bits à Hori traduit une diversité spécifique faible pour toutes les aires sacrées. Les valeurs moyennes de l'indice d'Équitabilité de Pielou qui varient de 0,58 à 0,78 révèlent qu'aucune espèce n'est véritablement dominante par rapport aux autres. Les moyennes de l'indice de Simpson qui varient de 0,68 à 0,89 sont sensiblement proches de 1, cela montre que les peuplements ligneux sont plus ou moins homogènes.

Tableau 1. Indices de diversité dans les parcelles des différentes forêts sacrées

	M1	M2	M3	K1	K2	K3	H1	H2	H3	G1	G2	G3	D1	D2	D3
Taxa_S	17	21	17	25	26	18	36	34	37	12	15	22	23	21	23
Individuals	109	148	83	363	217	214	424	169	212	110	102	156	171	231	178
Dominance_D	0,1774	0,1395	0,2363	0,2723	0,2868	0,38	0,08936	0,1286	0,1088	0,5862	0,1656	0,2078	0,4196	0,1947	0,1353
Simpson_1-D	0,8226	0,8605	0,7637	0,7277	0,7132	0,62	0,9106	0,8714	0,8912	0,4138	0,8344	0,7922	0,5804	0,8053	0,8647
Shannon_H	2,145	2,368	2,092	1,84	2,001	1,576	2,84	2,732	2,83	1,125	2,129	2,064	1,728	2,062	2,414
Equitability_J	0,7572	0,7777	0,7384	0,5717	0,6142	0,5454	0,7924	0,7747	0,7836	0,4528	0,7862	0,6677	0,5513	0,6774	0,7698
Fisher_alpha	5,646	6,684	6,473	6,091	7,71	4,683	9,396	12,82	12,97	3,43	4,851	6,984	7,154	5,613	7,034
Variance	28,25	40,03	22,18	477,00	180,78	234,84	194,27	47,64	62,00	96,84	23,13	67,31	166,23	136,75	55,64

3.3 INDICES DE SIMILITUDE ENTRE LES PARCELLES

Pour les aires sacrées de Dokassi, Koutou et Moro, les similitudes entre les parcelles ne s'observent qu'au sein de la même forêt: l'indice de similitude est de 84,07 % entre les parcelles de Moro (M1, M2 et M3), de 79,87% à 96,79% pour celles de Koutou (K1, K2 et K3) et 51% à 53,54% pour celles de Dokassi (D1, D2 et D3). Il existe une certaine affinité entre Hori et Gadjibé: 83,8% de similitude entre les parcelles G2 (Gadjibé) et H2 (Hori), 70,61% entre G3 et H1 (cf dendrogramme de la figure 5).

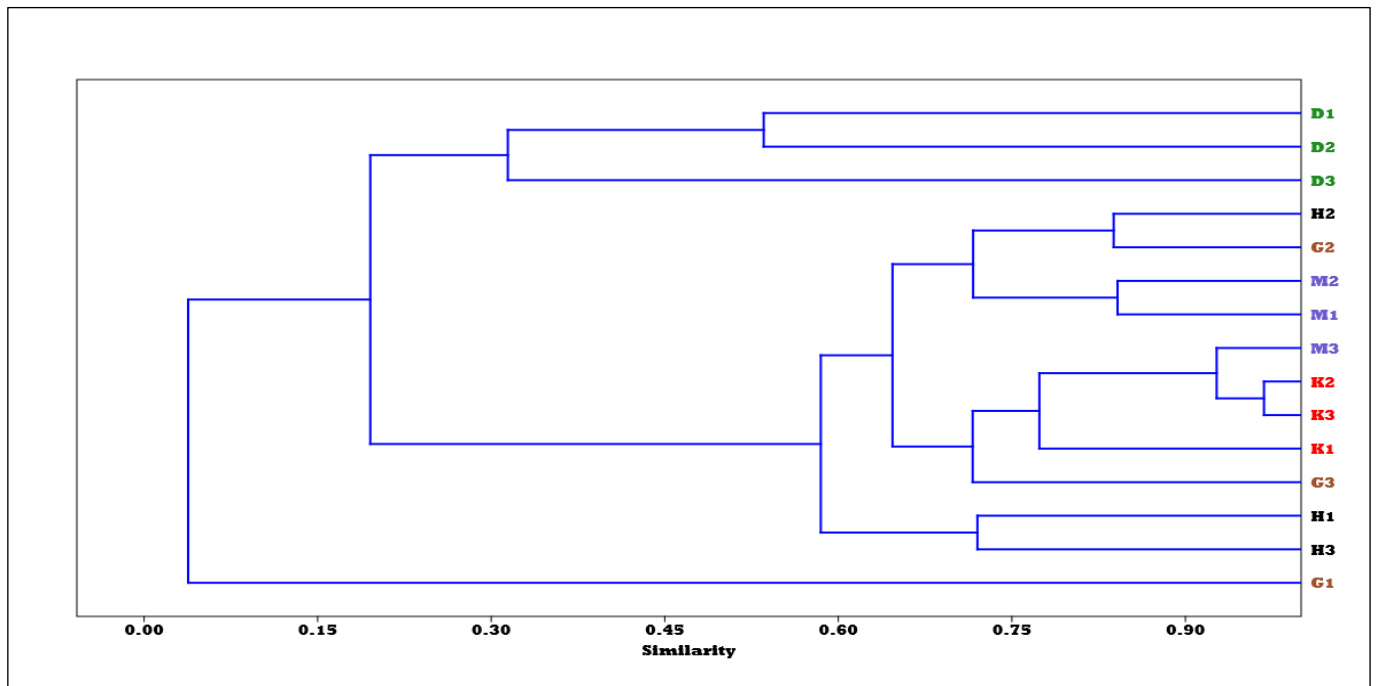


Fig. 5. Dendrogramme des similitudes entre les parcelles

3.4 DENSITE DES PEUPELEMENTS ET SURFACE TERRIERE

La densité moyenne varie de 448,00 à 1046,70 individus/ha. La plus grande densité est observée au niveau de Koutou (1063 individus/ha) **suivi de Hori (1046,7)**, Dokassi (776 individus/ha) et Gadjibé (492 individus/ha). La plus petite densité est enregistrée au niveau de Moro (448 individus/ha). La moyenne à l'hectare pour l'ensemble des forêts sacrées est de 765,14±49,17 individus à l'hectare. **L'analyse de variance montre qu'il n'existe pas de différences significatives des densités ($F=2,70$ et $P=0,0925>0,05$) et les surfaces terrières ($F=2,45$ et $P=0,1140 > 0,05$) entre les forêts sacrées (Tableau 2 et figure 6).**

Les surfaces terrières sont généralement proportionnelles au nombre d'individus, mais aussi et surtout à la taille des individus présents. La surface terrière enregistrée par forêt, varie de 639,16±7,04a à 929,00±63,44a; la moyenne à l'hectare pour toutes ces forêts sacrées est 1579,19±221,17. La valeur la plus élevée de surface terrière (929,00 m²/ha) a été enregistrée dans l'aire sacrée de Gadjibé alors que la plus faible (639,16 m²/ha) a été obtenue dans l'aire sacrée de Moro. La valeur de la surface terrière la plus élevée obtenue dans l'aire sacrée de Gadjibé ($St = 929,00 \text{ m}^2/\text{ha}$) témoigne de l'existence de gros spécimens d'arbres. L'analyse statistique décèle une différence significative entre les différentes aires sacrées ($0,024<0,05$).

Tableau 2. Densité et surface terrière des aires sacrées inventoriées

Aires sacrées inventoriées	Densité (individus/ha)	Surface terrière (m ² /ha)
Dokassi	776,00±25,43abc	697,29±73,84ab
Gadjibé	492,00±21,45ab	929,00±63,44a
Hori	1046,70±107,32bc	4871,50±921,99b
Koutou	1063,00±66,24c	759,00±39,55a
Moro	448,00±25,45a	639,16±7,04a
Moyenne générale	765,14±49,17	1579,19±221,17

Les différences entre les moyennes qui partagent une même lettre ne sont pas statistiquement significatives.

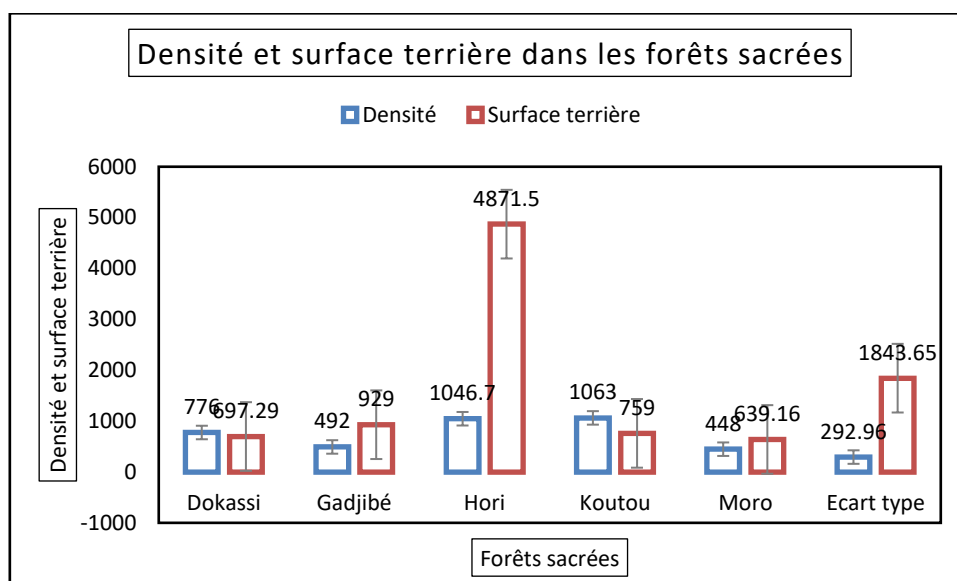


Fig. 6. Densité et surface terrière dans les différentes forêts sacrées

3.5 INDICES DE VALEURS D'IMPORTANCE DES ESPECES

L'observation des IVIE (figure 7) permet de dire que dans les aires sacrées, les espèces suivantes sont les plus importantes selon les forêts sacrées: *Anogeissus leiocarpa* (85,78%), *Combretum collinum* (58,63%) à Dokassi; *Terminalia glaucescens* (81,23%), *Detarium macrocarpum* (52,63%) à Gadjibé; *Detarium macrocarpum* (136,47%), *Piliostigma reticulatum* (25,96%) à Hori; *Detarium macrocarpum* (127,65%), *Combretum nigricans* (37,06%) à Koutou et *Daniellia oliveri* (87,50%), *Detarium macrocarpum* (51,59%) à Moro.

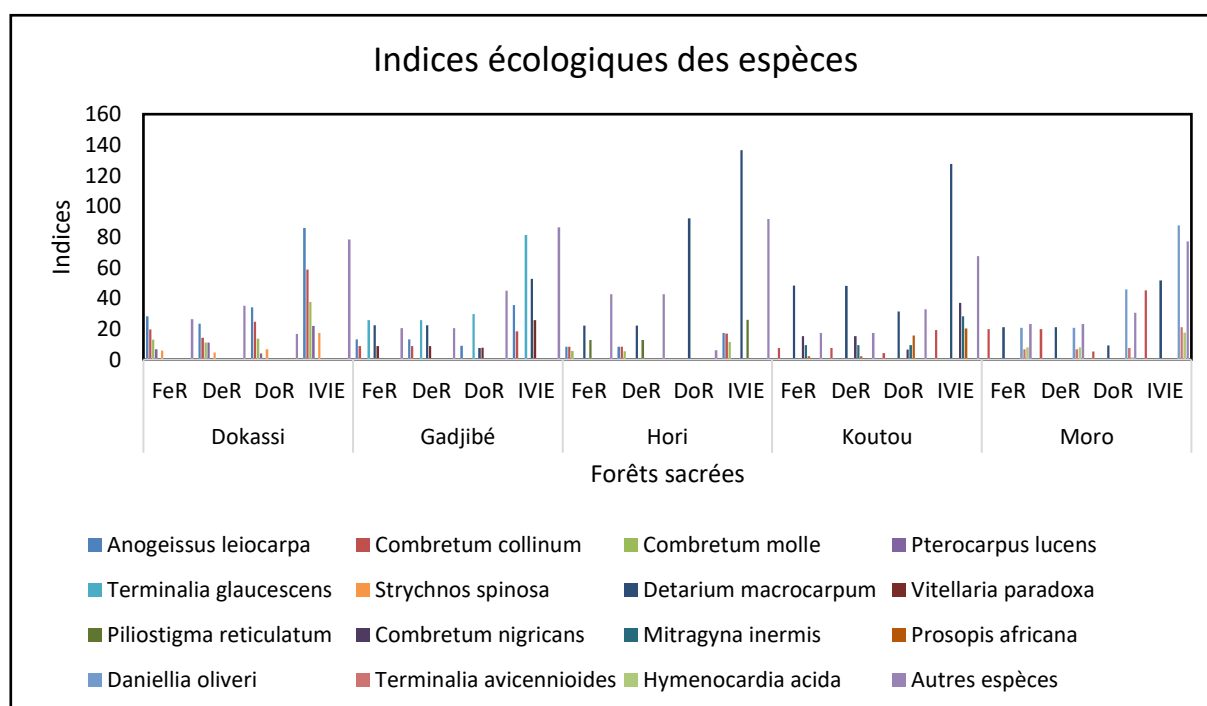


Fig. 7. Indices de valeurs d'importance des espèces dans les différentes forêts sacrées

FeR: Fréquence relative, DeR: Densité relative, DoR: Dominance relative, IVIE: Indice de valeur d'importance des espèces.

3.6 INDICES DE VALEURS D'IMPORTANCE DES FAMILLES

Le figure 8 présente la fréquence relative, la densité relative, la dominance relative ainsi que l'indice de valeurs d'importance des IVIF. Il en ressort que les familles ayant les plus fortes valeurs d'importance écologique sont les mêmes d'une aire sacrée à l'autre. Ainsi donc, les *Combretaceae* occupent le premier rang suivi des *Fabaceae* dans les aires sacrées de Dokassi et Gadjibé soit respectivement 196,58; 36,57 et 141,36; 74,66 dans les autres (Hori, Koutou et Moro); l'ordre de ces deux familles *Fabaceae* et *Combretaceae* a changé. Les « autres familles » représentent un IVIF inférieur à 36% de la valeur d'importances de chacune des aires sacrées.

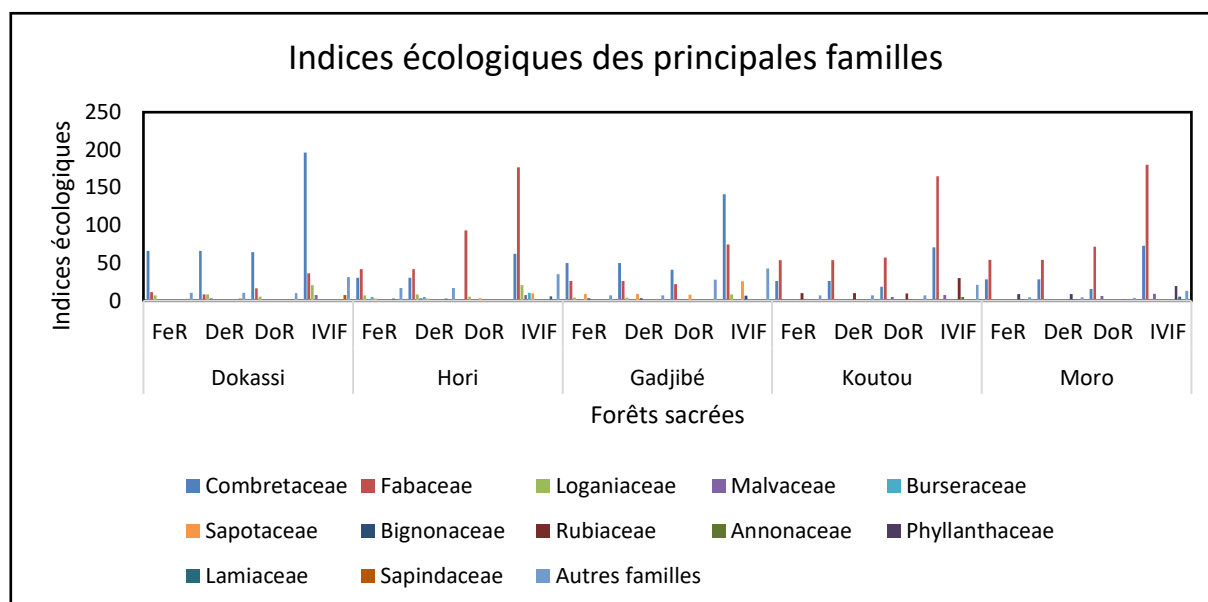


Fig. 8. Indices de valeurs d'importance des familles

FeR: Fréquence relative, DeR: Densité relative, DoR: Dominance relative, IVIF: Indice de Valeur d'Importance des Familles

3.7 STRUCTURE DE LA VÉGÉTATION LIGNEUSE

3.7.1 STRUCTURE VERTICALE DES LIGNEUX

La figure 9 présente les classes de hauteurs dans les 5 aires sacrées. La proportion des individus reste plus importante pour les classes 2 - 4 m et 4 - 6 m pour toutes les aires sacrées. L'allure de la courbe est en forme de « cloche » plus étalée vers la droite. Les faibles hauteurs (< 2 m) et les ligneuses hautes (> 10 m) sont rares.

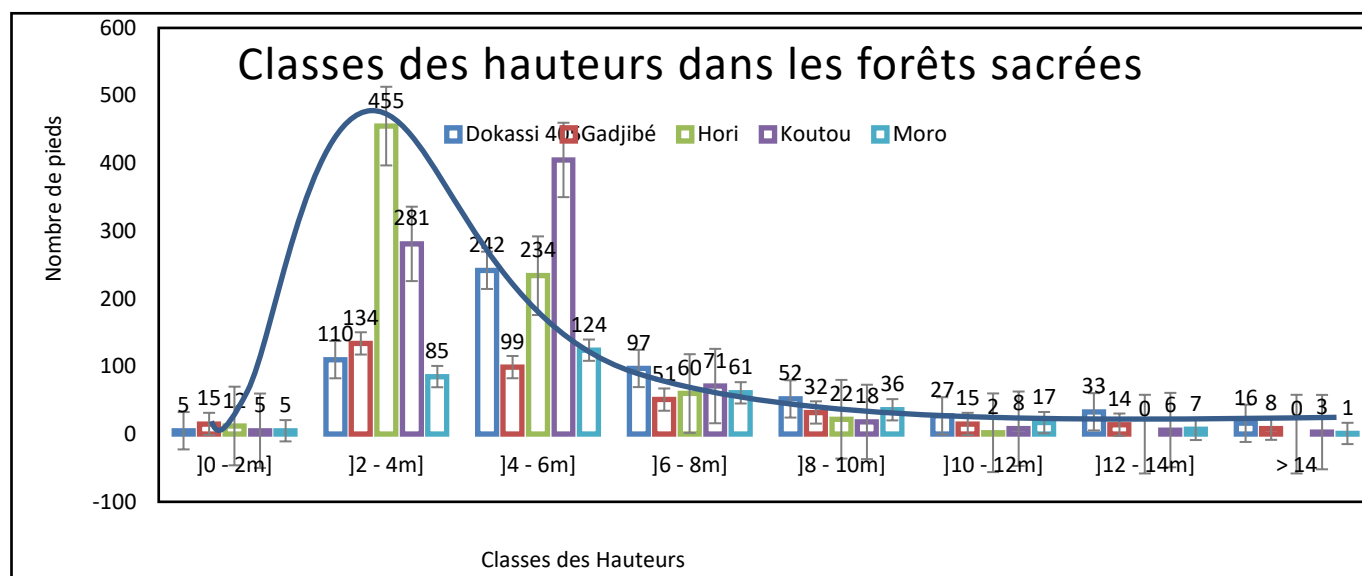


Fig. 9. Répartition des arbres des forêts sacrées par classes de hauteurs

3.7.2 STRUCTURE DIAMETRIQUE DES LIGNEUX EN FONCTION DE DHP

La variation du nombre d'individus en fonction des classes se présente globalement la même pour toutes les aires sacrées (Figure 10). On observe une forte représentativité des individus dans les classes des arbrisseaux [0-10 cm], puis dans la classe de petits arbres [10-20 cm]. La distribution des individus par classes de diamètre des forêts étudiées montre ainsi une allure en « J » renversé caractéristique d'un peuplement riche en individus jeunes. Les histogrammes des classes de diamètre sont caractérisés par une forte densité de régénération qui décroît avec le passage vers les classes d'individus plus âgés; ce qui traduit un peuplement à fort potentiel de régénération.

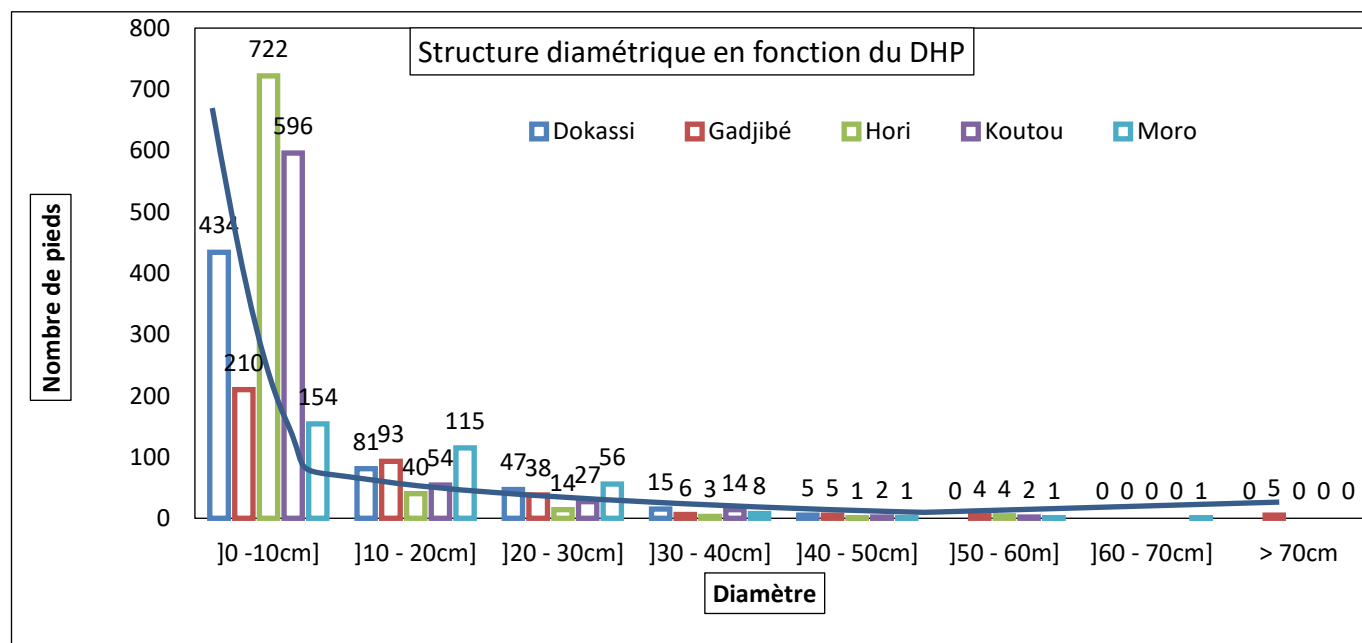


Fig. 10. Histogramme présentant la structure diamétrique en fonction du DHP

3.7.3 STRUCTURE DIAMETRIQUE DES LIGNEUX EN FONCTION DU HOUPPIER

Les individus se trouvant dans la classe de diamètre de la canopée de [2-4 m] sont les plus représentatifs dans toutes les aires sacrées suivis de la classe de diamètre [4-6 m] (Figure 11). Au-delà de 8 m, les individus deviennent de plus en plus rares.

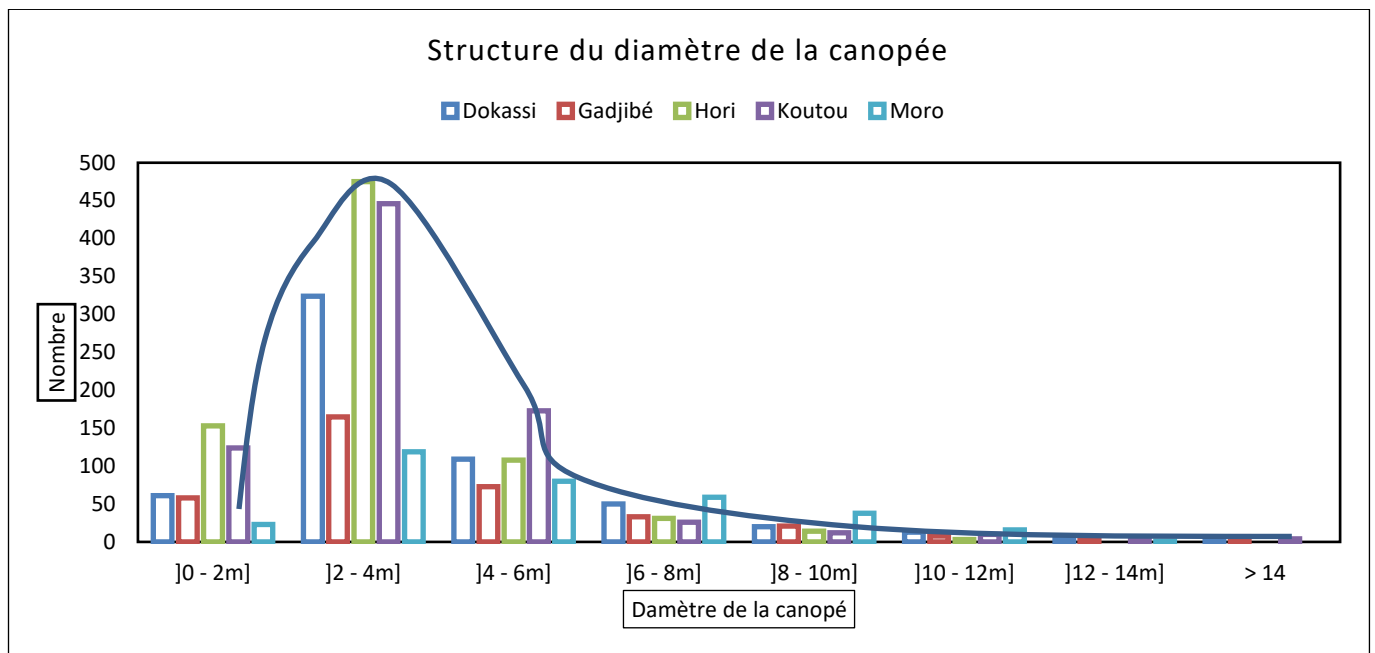


Fig. 11. Histogramme présentant la structure du diamètre du houppier

4 DISCUSSION

4.1 DIVERSITE FLORISTIQUE ET INDICES DE DIVERSITE

La richesse en flore ligneuse des 5 aires sacrées est de 72 espèces réparties en 59 genres et 23 familles. Des résultats similaires (73 espèces) ont été obtenus en Côte d'Ivoire [26] et dans la région centrale du Togo [27]. La diversité spécifique (52 espèces) à la périphérie du parc national de Waza au Cameroun dans la zone phytogéographique proche paraît faible [28]. Par contre, cette richesse spécifique (72 espèces) est inférieure à celles enregistrées dans les forêts sacrées du littoral dont les espèces sont évaluées à 218 [29] et dans les forêts sacrées du Ouidah au Bénin avec 247 espèces, 66 familles [30]. La richesse de ces aires peut s'expliquer par la biodiversité de leur région phytogéographique. Dans la zone d'étude, il a été recensés 87 espèces, 56 genres et 22 familles dans quelques parcelles installées dans le parc national de Manda proche de ces sites [31]. La richesse floristique ligneuse globale de ce parc serait de 137 espèces réparties en 107 genres et 38 familles [32]. Cette différence peut s'expliquer par une superficie plus importante du parc mais aussi par sa meilleure conservation. Les valeurs de H' (1,77 bits à 2,80 bits) expriment une faible diversité spécifique des aires sacrées étudiées. En effet, d'après Kent et Cooker (1992) cité par [33], une communauté forestière est considérée comme riche lorsqu'elle est caractérisée par une valeur d'indice de diversité de Shannon supérieure ou égale à 3,5 bits. Cependant, ces résultats sont proches de ceux des forêts sacrées de la Basse Vallée de l'Ouémé au Sud-Est du Bénin [34]; elles sont cependant inférieures aux valeurs enregistrées dans les forêts sacrées du Mont Oku [35]. Cela signifie que les aires sacrées sont moyennement diversifiées avec une répartition relative des individus entre les différentes espèces.

Parmi les aires sacrées inventoriées, Hori est celle dont tous les indices de diversité sont élevés et la plus riche en termes de phytodiversité. Elle est suivie respectivement de Koutou et Dokassi. Cet état de conservation assez efficace est dû au fait que les chefs coutumiers initiatiques et gardiens de ces aires sacrées à savoir le *Ngorgue* de Hori, le *Mbang* de Koutou et le *Ngague* de Dokassi sont encore influents et détiennent certains pouvoirs ancestraux encore redoutés par les autochtones et les allogènes. En effet, l'extension des activités agricoles constituent des freins à la phytodiversité des formations végétales.

Les IVIE et IVIF sont semblables aux valeurs des Forêts Sacrées dans les Hautes Terres de l'Ouest-Cameroun [38]. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que cette zone représente également l'aire de distribution de ces familles à large valence écologique dans la zone tropicale.

4.2 DENSITE DES PEUPEMENTS

La densité moyenne globale de 765,14 individus/ha est supérieure à celle obtenue dans la forêt classée de Djoli-Kira (95 à 220 individus/ha) située à proximité [16], à la périphérie du parc national de Waza au Cameroun (13,95 à 73,83 individus/ha) [28] et

dans les forêts sacrées du Sud-Est du Bénin (103 à 267 individus/ha) [34]. Cette valeur est très inférieure aux 2 304 individus/ha obtenue dans le parc national de Manda [31]. C'est donc une végétation plus clairsemée.

4.3 STRUCTURE DE LA VÉGÉTATION LIGNEUSE

La structure verticale et diamétrique du houppier présentent une allure en « cloche » plus étalée vers la droite; et pour la structure diamétrique en fonction du DHP la courbe est forme de « J » renversé. De telles courbes sont obtenues dans les hautes savanes guinéennes de l'Adamaoua au Cameroun [37] et sur la végétation de la réserve spéciale botanique de Noflaye au Sénégal [38] où environ 80% des sujets un diamètre est inférieur à 20 cm. Ces écosystèmes sont caractérisés par un peuplement de type1 dominé par une forte présence d'individus dans les classes jeunes. Le nombre important de tiges d'avenir est un signe de bonne régénération et d'une évolution progressive si rien ne contrarie cette végétation [38], [19].

SURFACE TERRIERE

La faible valeur de la surface terrière de l'aire sacrée de Moro ($St = 639,16 \text{ m}^2/\text{ha}$) explique l'impact des activités anthropiques telles que l'abattage des individus lors des défrichements pour l'installation des parcelles agricoles, l'élagage des arbres pour complément alimentaire du bétail, l'installation des habitations (présence des éleveurs semi-nomades, les « Ndakara » à proximité). Ces valeurs sont supérieures à celles de la forêt sacrée du Mont Oku ($205,02 \text{ m}^2/\text{ha}$) [35] et de Kouoghap ($90,36 \text{ m}^2/\text{ha}$) [39]. Des travaux similaires ont montré que les formations ayant subies l'anthropisation (friches, champs, pâturages) réduisent considérablement les diamètres de la houppe [40].

4.4 ETAT DE CONSERVATION

Avant la colonisation, dans ces deux régions, la gestion de chaque ressource naturelle (végétale, faunique, terrestre, aquatique, spatiale,...) était confiée à un chef traditionnel attitré. Des méthodes traditionnelles de protection de la nature sont mises en place et respectées par les autochtones. La sacralisation des sites de pratique des rituelles d'initiation ont une influence positive sur la conservation des ressources ligneuses comme l'ont confirmé [41] et [42]. Le sacré a été l'un des plus puissants moteurs de la conservation, inspirant des sentiments d'admiration, de vénération et de respect [8]. Par exemple, les essences forestières à valeur socioculturelle telle que *Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn, *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth., *Combretum glutinosum* Perr. ex DC, *Tamarindus indica* L., *Khaya senegalensis* (Desr) A. etc, utilisées dans les rites d'initiation (Yo Ndo) et considérées comme hantées par les esprits, sont interdites à la coupe [18]. La cueillette des fruits sauvages à l'état immature avant les cérémonies d'offrande des fruits mûrs aux ancêtres est sensée attirer la malédiction sur les auteurs. La forêt sacrée de Dokassi par exemple, abrite une population de crocodiles destinée uniquement aux rites alors qu'ils ont disparus des autres cours d'eau de ces régions. Après l'indépendance et la formation d'un gouvernement central, ces pratiques endogènes jadis efficaces dans la conservation de la biodiversité sont de moins en moins respectées et les autorités traditionnelles ont perdu leur influence par manque de considération vis-à-vis des agents de l'Etat. Selon certains acteurs avisés, les causes sont multiples: afflux des populations allogènes, raréfaction des ressources naturelles, cupidité des chefs traditionnels, faiblesse dans l'application de la loi de la République, etc. En effet, nous avons constaté lors de nos travaux de terrain que certaines espèces ligneuses appréciées par le bétail sont systématiquement coupées par des éleveurs allogènes foulant au pied les us et coutumes locales. Certains autochtones également empiètent sur ces sites pour étendre les surfaces de culture. Selon [8], la perte rapide d'écosystèmes et de paysages de grande valeur culturelle risque de contribuer à des perturbations sociales et à une marginalisation sociétale. La présence de certaines espèces introduites telles que *Jatropha curcas* L., *Albizia lebbek* (L.) Benth., *Senna siamea* et *Gmelina arborea* (Lam.) H.S. Irwin et Barneby témoigne d'une intervention anthropique. On assiste à une implantation des espèces exotiques au détriment de certaines espèces spontanées. L'insuffisance de connaissance et le manque de formation des autorités coutumières aux pratiques d'aménagement et de protection des forêts naturelles [43] sont peut-être à l'origine de cette situation. La restauration de l'autorité des chefs coutumiers serait un atout non négligeable pour une gestion concertée des ressources naturelles.

5 CONCLUSION

Cette étude vise à évaluer la phytodiversité ligneuse de 5 aires sacrées des cantons Balimba, Djoli et Bédaya dans la perspective de leur valorisation et leur sauvegarde. Les résultats attestent que, quoique faible, les aires sacrées renferment diversité floristique qui mérite une attention particulière car indispensable au maintien de la biodiversité dans sa globalité. Les forêts sacrées de Hori et Koutou sont floristiquement plus riches car mieux conservés par les chefs traditionnels chargés de leur gestion sont encore respectés et redoutés. L'inventaire floristique a permis d'identifier les espèces les plus représentatives qui s'avèrent être celles qui subissent moins de pression pastorale. La distribution des individus par classes de diamètre montre une allure caractéristique d'un peuplement riche en individus jeunes, témoin d'une perturbation anthropique permanente qui le maintien dans cet état. Les

initiatives en faveur de la sauvegarde des aires sacrées et de la conservation de leur biodiversité doivent s'orienter vers une gestion participative en octroyant des pouvoirs accrus aux chefs traditionnels qui connaissent mieux leur terroir. La mise en place d'un cadre réglementaire et législatif permettrait d'avoir plus de lisibilité dans les prérogatives des différents acteurs. Il s'avère également nécessaire d'entreprendre des actions de formation et de sensibilisation des populations sur l'importance scientifique et socioculturelle des sites sacrés. La réhabilitation de ces aires est à envisager suivant un mode d'aménagement tendant à restaurer la biodiversité originelle. Nos résultats peuvent servir de bases de référence pour tout aménagement de ces forêts et constitue une garantie pour la conservation des espèces patrimoniales.

6 REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leur profonde gratitude aux personnes qui les ont aidés dans la réalisation de cet article, en particulier les Chefs de canton des sites d'études, les chefs coutumiers et l'Inspection des Eaux et Forêt de Sarh ainsi que le Chef de Département de l'Environnement de l'Université de Sarh.

REFERENCES

- [1] M. Gauthier-Clerc, F. Mesléard et Blondel J., *Sciences de la conservation*. De Boeck Supérieur, 2014.
- [2] S. H. Luketa, Forêts sacrées et conservation de la biodiversité en Afrique centrale: cas de la RDC. *Canada, 0225-A3*. 2003.
- [3] N. Dudley, L. Higgins-Zogib, and S. Mansourian, «Beyond Belief, Linking faiths and protected areas to support biodiversity conservation», A research report by WWF, *Equilibrium and The Alliance of Religions and Conservation* (ARC). Available at: <http://assets.panda.org/downloads/beyondbelief>, 2005.
- [4] S. Guinko, «Contribution à l'étude de la végétation et de la flore du Burkina Faso. Les reliques boisées ou bois sacrés», *Bois et Forêts des Tropiques*, 20 (8), 29-36, 1985.
- [5] T. Hay-Edie and M. Hadley, «Natural sacred sites—a comparative approach to their cultural and biological significance», *Conserving the Sacred for Biodiversity Management*, pp. 47-67, 1998.
- [6] R. Ray, M. D. S. Chandran and T.V. Ramachandra, «Biodiversity and ecological assessments of Indian sacred groves» *Journal of Forestry Research* 25, 21–28 <https://doi.org/10.1007/s11676-014-0429-2>, 2014.
- [7] M. O. Hountondji, A. Y. C. Ajavon, A. H. B. Tente, et A. B. Sinsin, «Stratégies Endogènes de Gestion des Ressources Naturelles: Cas des Forêts Sacrées de la Commune de Tori-Bossito au Bénin (Afrique de l'ouest)», *European Scientific Journal*, Vol.15, No.15 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431, 2019.
- [8] Doi: 10.19044/esj.2019.v15n15p12 URL: <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n15p12>.
- [9] R. Wild, et C. McLeod, *Sites naturels sacrés: Lignes directrices pour les gestionnaires d'aires protégées*, Gland, Suisse: UICN. xii + 108 p. ISBN: 978–2–8317–1461–5, (2012).
- [10] K. Kokou, et N. Sokpon, «Les forêts sacrées du couloir du Dahomey», *Bois et forêts des Tropiques*, 288: pp 15-23, 2006.
- [11] S. R. Ballah, et M. Ndoutorlengar, «Dynamique des ressources naturelles dans le Parc national de Manda: Cartographie et analyse pour le Développement durable» *International Cartographic Association*, pp 1-6, 2017.
- [12] M.N. Kolmagne, Étude du peuplement de la faune et de la flore dans le parc de Manda, Ministère de l'Environnement et de l'Eau, 2000.
- [13] B. Ouya (2005), Les enjeux autour des aires protégées du sud-est du Tchad, dynamique d'occupation et partage de l'espace: cas du Parc National de Manda et Zakouma, Mémoire de Master I, Université de Montpellier III, 2005.
- [14] B. Chardonnet, et E. Boulanodji, *Plan d'aménagement du Parc National de Manda de 2011 à 2021*, Rapport provisoire. Rép. du Tchad, Ministère de l'Environnement et des Ressources Halieutiques /DPNRFC, 2010.
- [15] G. Saradoum, Etude phytosociologique et diagnostic faunique du Parc National de Manda au Tchad; éléments pour un aménagement, Thèse de Doctorat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Dakar, 2012.
- [16] B. Ngaryam, La problématique de gestion durable de la biodiversité au Tchad: impacts des aires protégées sur les zones périphériques – cas des parcs nationaux de Manda et Sena Oura. Thèse de Docteur de l'Université Paris 8, 2016.
- [17] G. Saradoum, L. F. Temgoua, M. O. Mbaikambeye, F. B. S. Tedou et A. Behimnan, «Estimation du potentiel de séquestration de carbone des aires protégées: cas de la Forêt Classée de Djoli-Kera, Tchad», *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 2022. [En ligne], Vol. 21 N° 3, Regards / Terrain, mis en ligne le 09 mai 2022, consulté le 11 mai 2022. URL: <http://journals.openedition.org/vertigo/34658>; DOI: <https://doi.org/10.4000/vertigo.34658>.
- [18] K. Kokou, K. Adjossou et K. Hamberger, «Les forêts sacrées de l'aire Ouatchi au sud-est du Togo et les contraintes actuelles des modes de gestion locale des ressources forestières», *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 2005, [En ligne], Vol 6 N° 3, mis en ligne le 01 décembre 2005, consulté le 12 août 2022. URL: <http://journals.openedition.org/vertigo/2456>; DOI: <https://doi.org/10.4000/vertigo.2456>.

- [19] G. Madjimbe, G. Saradoum, T. Goalbaye, S. Mainkete et M. Naskida, «Connaissances traditionnelles de conservation de la biodiversité chez les peuples Sara Madjingaye au Tchad», *Annales de l'Université de Sarh*, ISSN 2707-6822 (Print), pp 217-246, 2021.
- [20] P. O. Agbani, A. Amagnide, C. Goussanou, F. Azihou et B. Sinsin, «Structure des peuplements ligneux des formations végétales de la forêt sacrée de Nassou en zone soudanienne du Bénin», *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 12 (6), pp 2519-2534, 2018.
- [21] F. S. Soumah, K. Kokou, M. Diakité, Y. Camara, S. Kourouma et S. Kourama, «Analyse diachronique grâce aux images Landsat de la dynamique spatiale des forêts sacrées du haut bassin du Niger en république de Guinée», *Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection*, 223: 250-266, 2021.
- [22] E. Waya, I. Adamou, and T. Paul, «Evolution and Traditional Importance of Manda National Park (MNP) in the Moyen-Chari Province of CHAD» *International Journal of Natural Resource Ecology and Management*, 6 (2), 65, 2021.
- [23] I. I.Toko, P. C. Djogbenou, O. Arouna, E. S. Sogbossi, et B. Sinsin, «Effets de la taille et des régions phytogéographiques sur la diversité floristique et la structure des forêts sacrées au Bénin», *Annales des Sciences Agronomiques (Bénin)*, 19 (1), pp 79-97, 2015.
- [24] Y-C., Hountondji, O.G, Gaoue, N, Sokpon, et P. Ozer, Analyse écogéographique de la fragmentation du couvert végétal au nord Bénin: paramètres dendrométriques et phytoécologiques comme indicateurs *in situ* de la dégradation des peuplements ligneux, *Geo-Eco-Trop.*, 37, 1: 53-70, 2013.
- [25] C. Vandhen Berghen, *Flore illustrée du Sénégal*. Gouvernement du Sénégal, Ministère du Développement rural, Direction des Eaux et Forêts, Dakar, tome II, 1988.
- [26] J. César, J. et C. Chatelain, *Flore illustrée du Tchad*. Conservatoire et Jardin botanique de Genève en co-édition avec l'Université de N'Djaména et la Coopération Suisse au Tchad, 2019.
- [27] J. Ibo, «Contribution des organisations non gouvernementales écologistes à l'aménagement des forêts sacrées en Côte d'Ivoire: l'expérience de la Croix Verte», *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 6 (1), 2005.
- [28] Boukepessi, T. (2008). Rôle socio-économique des Bois Sacrés du centre Togo. In 6th International Conference of Territorial Intelligence« Tools and methods of Territorial Intelligence», Besançon.
- [29] E. R. Jiagho, L. Zapfack, L. P. R. Kabelong Banoho, M. Tsayem-Demaze, J. C. et P. Tchawa, «Diversité de la flore ligneuse à la périphérie du Parc national de Waza (Cameroun)», *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 16 Numéro 1, 2016 URL: <http://vertigo.revues.org/17249>; DOI: 10.4000/vertigo.17249.
- [30] K. Kokou, A. D. Kokutse and K. Adjono, «Application of Ecological Indicators in Forest Management in Africa», in: *Jørgensen S.E., Xu F.L., Costanza R., (Eds), Handbook of Ecological Indicators for Assessment of Ecosystem Health*, Taylor and Francis Group, LLC. 2010.
- [31] B. Tente, M. A. Baglo, J. C. Dossoumou et H. Yédomonhan, «Impacts des activités humaines sur les ressources forestières dans les terroirs villageois des communes de Glazoué et de Dassa-Zoumè au centre-Bénin», *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5 (5), pp 2022-2030, 2011.
- [32] G. Madjimbe, G. Saradoum, T. Goalbaye, E. Waya et J. Pounakoumna, «Dynamique des peuplements ligneux dans le Parc National de Manda, au sud du Tchad», *Journal of Animal and Plant Sciences*, 48 (1), pp 7139-7152, 2019.
- [33] G. Saradoum, A. Guissé, P. M. Ndiaye, et A. Diallo, «Caractéristiques phytoécologiques de la strate ligneuse du parc national de Manda, au Tchad», *Afrique SCIENCE* 13 (5), pp. 410- 421, 2017. [en ligne] URL: <http://www.afriquescience.info>.
- [34] H. Yédomonhan, G. J. Houenon, A. Akoègninou, A. C. Adomou, and G. M. Tossou, «The woody flora and its importance for honey production in the Sudano-Guinean zone in Benin», *International Journal of Science and Advanced Technology*, 2 (3), 64-74, 64-74, 2012. <http://www.ijst.com>.
- [35] R. K. Ali, J. Odjoubere, A. N. H. Tente, et B. Sinsin, «Caractérisation floristique et analyse des formes de pression sur les forêts sacrées ou communautaires de la Basse Vallée de l'Ouémé au Sud-Est du Bénin», *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 10 (2), 41-56, 2014.
- [36] E. Noumi E., and T. A. G. Tiam, «Floristic Inventory of Woody Species of the Oku Sacred Forest in the North-West Cameroon, Theoretical and Philosophical Approach», *International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology* 3 (1), 66-91, 2016.
- [37] B. Tiokeng, M. L. Ngougni, V. F. Nguetsop, M. C. Solefack, and L. Zapfack, (2020). «Les Forêts Sacrées Dans Les Hautes Terres De l'OuestCameroun: Intérêt Dans La Conservation De La Biodiversité». *European Scientific Journal, ESJ*, 16 (36), 234. <https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n36p234>.
- [38] M. M. Tchobsala, and K. Souare, «Impact of wood logging on the phytomass and carbon sequestration in the guinea savanna of NgaoundereAdamaoua Region, Cameroon», *Global Advanced Reacherch Journal of Environmental Science and Toxicology*. 3 (3), pp 38-48, 2014.
- [39] J. Diouf, M. S. Mbaye, A. A. Camara, B. Dieng, N. Diouf, M. Sarr et K. Noba, «Structure et dynamique de la flore et la végétation de la réserve spéciale botanique de Noflaye (Sénégal)», *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13 (3), pp 1458-1472, 2019.
- [40] E. Noumi, «Ligneous flora diversity of a submountain forest of west Cameroon; the Kouoghap sacred forest of the village Batoufam», *Journal of Ecology and the Natural Environment* 4 (1), pp. 8-28, 2012.

- [41] GIEC, 2000, Utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie, Cambridge University Press, Royaume-Uni, 2000.
- [42] E.I.R. Koutchika, O. P. Agbani, et B. Sinsin, «Influence des perturbations anthropiques sur la biodiversité des bois sacrés du Centre Bénin». *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 7 (1): pp. 306-318. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i1.26>, 2013.
- [43] S. Savadogo, O. Sambare, et A. Thiombiano, «Écologie et diversité des bois sacrés et des savanes environnantes du secteur sud-soudanien du Burkina Faso (Afrique de l'Ouest) ». *Journal of Animal & Plant Sciences*, 35 (3) pp. 5715-5733, 2018. <http://www.m.elewa.org/JAPS>.
- [44] N. Gueulou, B. Coulibaly, N. D. Ouattara, A. K. N'guessan, A. Ahoba et A. Bakayoko, «Modes de gestion et efficacité de conservation des reliques de forêts naturelles en zone tropicale sèche: cas du Département de Korhogo (Nord, Côte d'Ivoire) ». *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13 (7): 3332-3346, 2019 ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print).

Germination sexuée de *Leptadenia hastata* (Pers.) Decne., (Asclépiadaceae) : Une liane comestible au Niger

[Sexual germination of *Leptadenia hastata* (Pers.) Decne., (Asclepiadaceae) : An edible vine in Niger]

Halimatou Boubacar¹ and Alzouma Mayaki Zoubeirou^{1,2}

¹Laboratoire Garba Mounkaila, Département de Biologie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Abdou Moumouni de Niamey, BP 10662 Niamey, Niger

²Département Production Durable des Cultures, Faculté des Sciences Agronomiques, Université Boubacar BA de Tillabéri, BP 175 Tillabéri, Niger

Copyright © 2023 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: *Leptadenia hastata* is a wild edible plant that is highly prized for its culinary and economic value. It is also a medicinal plant very exploited by the Nigerien population. These multiple uses due to harsh climatic conditions put enormous pressure on the species' stands, which limits its natural regeneration. The present study, conducted in the laboratory of life and earth sciences of the «Ecole Normale Supérieure» of Abdou Moumouni University of Niamey, aims to evaluate the effect of three pretreatments on the germination of two batches of *Leptadenia hastata* seeds in the laboratory: seeds kept at room temperature in the laboratory for two months (recent seeds) and seeds kept at room temperature in the laboratory for sixteen months (old seeds). In order to assess the latency time, duration, speed and germination rate according to age, the two batches of seeds were subjected to three different pretreatments: seeds soaked in tap water for 12 hours; seeds soaked in tap water for 6 hours; and seeds that did not undergo any pretreatment and were considered as controls. The best latency time and the shortest germination speed are obtained with the recent seeds soaked for 12 hours. But these seeds recorded the lowest germination rate 88.66%. The best germination rate is obtained with the older seeds soaked during 12h (100%), followed by the control old seeds and recent seeds soaked during 6h (98.66% each). The shortest germination time (9 days) was obtained with recent seeds soaked for 6h.

KEYWORDS: germination, *Leptadenia hastata*, recent seeds, aged seeds, laboratory, pretreatments, Niger.

RESUME: *Leptadenia hastata* est une plante sauvage comestible très prisée au plan culinaire et économique. C'est aussi une plante médicinale très exploitée par la population nigérienne. Ces utilisations liées aux conditions climatiques difficiles entraînent d'énormes pressions sur les peuplements de l'espèce, ce qui limite sa régénération naturelle. La présente étude, conduite au laboratoire de science de la vie et de la terre de l'Ecole Normale Supérieure de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, a pour objectif d'évaluer l'effet des trois prétraitements sur la germination des deux lots de graines de *Leptadenia hastata* au laboratoire: des graines conservées à la température ambiante en laboratoire pendant deux mois (graines récentes) et des graines conservées à la température ambiante en laboratoire pendant seize mois (graines âgées). Afin d'apprécier le temps de latence, la durée, la vitesse et le taux de germination selon l'âge, les deux lots de graines sont soumis à trois prétraitements différents: les graines trempées dans l'eau du robinet pendant 12h; celles trempées dans l'eau du robinet pendant 6h; les graines qui n'ont subi aucun prétraitement et qui sont considérées comme témoins. Le meilleur temps de latence et la plus courte vitesse de germination sont obtenus avec les graines récentes trempées pendant 12h. Mais ces graines ont enregistrées le plus faible taux de germination 88,66 %. Le meilleur taux de germination est obtenu avec les graines âgées trempées pendant 12h (100%), suivi des graines âgées témoins et graines récentes trempées pendant 6h (98,66% chacune). La plus courte durée de germination (9 jours) est obtenue avec les graines récentes trempées pendant 6h.

MOTS-CLEFS: germination, *Leptadenia hastata*, Graines récentes, graines âgées, laboratoire, prétraitements, Niger.

1 INTRODUCTION

Dans les pays tropicaux, entre 2000 et 2010, les superficies des forêts ont connu une régression de 7 millions d'hectares par an (FAO, 2016). Au Niger, depuis la fin des années 1960, les sécheresses entraînent la dégradation du couvert végétal, ce qui se manifeste par des modifications de la composition floristique et de la structure de la végétation (Mahamat-saleh *et al.*, 2013; Bakhoum, 2013). Les causes de ces dégradations au Sahel sont les conditions climatiques difficiles des dernières décennies, la demande de plus en plus croissante en terres agricoles, la pression continue du bétail, et l'inadéquation des pratiques de gestion (Sarr *et al.*, 2013; Manzo *et al.*, 2017). L'exploitation irrégulière des forêts tropicales, réservoirs abritant plus de la moitié des espèces de la planète, se solde par une perte des ressources génétiques à grande vitesse (Millogo, 2014). Des études récentes réalisées au centre du Niger (Larwanou *et al.*, 2010; Abdourhamane *et al.*, 2013; Lawali *et al.*, 2016) ont montré que les plantes produisant des fruits comestibles font l'objet d'une pression de plus en plus croissante. Aussi l'exploitation incontrôlée des formations végétales entraîne-t-elle la régression rapide, voire la disparition totale de certaines plantes très utiles aux communautés (Yossi *et al.*, 2006). *Leptadenia hastata* n'échappe pas à cette situation. Il est alors très utile de reconstituer et de domestiquer ses peuplements naturels non seulement à cause des rôles écologiques et environnementaux qu'ils jouent dans la vie de l'Homme, mais aussi pour satisfaire la demande croissante des populations en ses produits divers.

Leptadenia Hastata, caractéristique de la végétation de savane sèche, est une plante peu exigeante, poussant sur tout type de sol, mais de préférence sur des sols sableux. Elle est très résistante à la sécheresse et pousse généralement en buisson dans l'entrelacement de ses tiges (Kawa, 2000). Une de ses spécificités est qu'elle continue à produire dans des circonstances où les autres plantes meurent (Jansen *et al.*, 2004). *L. hastata* est très appréciée pour ses nombreuses fonctions. Elle est utilisée dans la protection des sols contre l'érosion (Kawa, 2000), Elle est source de nourriture (Freiberger *et al.*, 1998; Tamboura *al.*, 2005) de fourrage (Kawa, 2000) de médicament (Ram Kumar *et al.*, 2010; Haruna *et al.*, 2017; Kasonia, 1998). C'est aussi une source de revenus grâce à la commercialisation de ses produits. Les feuilles, les fleurs et les inflorescences de *L. Hastata* font l'objet de commerce au Niger, notamment dans les zones où l'espèce est en abondance. Cette vente de ces organes a largement impacté négativement la régénération naturelle de l'espèce. Par ailleurs, les effets des différentes pressions exercées sur cette espèce sont aggravés par la variabilité climatique et par le fait que l'espèce n'est pas domestiquée pour permettre la reconstitution des peuplements dégradés et le développement des plantations. Très répandue et commune, au Niger elle se rencontre au niveau des plateaux de l'ouest du pays; elle est en régression dans le reste du pays. La faible densité 48 individus/ha est le signe d'une surexploitation de l'espèce. Pour mieux lutter contre la régression des individus de l'espèce, on doit chercher des solutions qui permettent de réhabiliter les peuplements dans les écosystèmes naturels, et résoudre le problème de sa régénération naturelle. Selon (Bellefontaine et Monteuis, 2000), la connaissance de meilleures conditions de germination des graines des espèces permettra leur domestication, contribuera d'une part à leur conservation ainsi qu'à leur valorisation et d'autre part à la conservation de la biodiversité et à la lutte contre la désertification des milieux auxquels elles sont inféodées.

L'élaboration de techniques de multiplication peu onéreuses constitue une étape indispensable dans le processus de domestication. Pour (Vodouhê *et al.*, 2011) la domestication d'une espèce commence lorsque son utilité est prouvée, sa demande est confirmée et régulière, sa disponibilité est sérieusement décroissante et lorsque l'obtention de la quantité désirée dans le temps pour une utilisation devient problématique. *Leptadenia hastata* répondant à tous ces critères, sa domestication s'avère nécessaire et c'est dans cette perspective que s'inscrit le présent travail qui examine exclusivement le pouvoir germinatif des graines au laboratoire.

2 MATERIEL ET MÉTHODES

2.1 SITE EXPERIMENTAL

Cette étude a été conduite au laboratoire de science de la vie et de la terre de l'Ecole Normale Supérieure de l'Université Abdou Moumouni de Niamey.

2.2 ORIGINE DES SEMENCES

Les graines de *Leptadenia hastata* proviennent de la commune 5 de Niamey au niveau du site de Timéré. L'arrondissement communal de Niamey 5, situé sur la rive droite du fleuve Niger, est l'un des cinq (5) Arrondissements de la ville de Niamey. Avec une superficie de 40km² il est limité au Nord et à l'est par le fleuve Niger, à l'Ouest, au Sud par les communes rurales de Youri et de Bittin Kodji. Il est localisé entre 13037' et 13051' de latitude Nord et 2002', 2018' de longitude Est, avec une altitude moyenne de 185m.

Les graines ayant servi au test de germination ont été fraîchement récoltées en janvier en 2019 et en mars 2020 sur des individus semenciers sains et vigoureux. La récolte a été faite sur vingt (20) plantes différentes, par ramassage des gousses tombées au sol et par secouement des houppiers porteurs. Les gousses ont été décortiquées. Les graines ont enfin été distinguées en lots de graines anciennement récoltées et conservées en conditions ambiantes des Laboratoires pendant 16 mois (graines âgées) et en lots de graines nouvellement récoltées et conservées pendant environ deux mois (graines récentes).



Fig. 1. Fruits de *Leptadenia hastata* à gauche et les graines à droite

2.3 TEST DE GERMINATION

2.3.1 GERMINATION GRAINES DE LEPTADENIA HASTATA

Un essai de prétraitement a été réalisé avec le trempage des graines dans de l'eau du robinet pendant 24h. Au bout des 24h, toutes les graines ont germés dans l'eau. Compte tenu de cela, nous avons réduit le temps de trempage. Deux (02) types de prétraitements ont été alors réalisés. Le premier a été le trempage dans de l'eau du robinet pendant 6 heures, le second est le trempage dans de l'eau du robinet pendant 12 heures. Un groupe de graines n'a subi aucun prétraitement et a été considéré comme témoin. Toutes les graines utilisées ont été doublement désinfectées à l'alcool (à 95°) par trempage pendant 30 secondes et à l'hypochlorite de sodium (eau de javel) dilué de moitié puis rincées 5 fois à l'eau distillée. Elles ont été ensuite réparties dans des boîtes de Pétri tapissées à leur fond d'un papier filtre à café, servant de réteneur d'humidité (Photo 2). Chaque traitement a été répété 3 fois à raison de 20 graines par boîte et par lot (Photo 2).

Au total 240 graines ont été utilisées pour l'essai de germination au laboratoire, soit 120 graines récentes et 120 graines âgées. Les graines sont arrosées régulièrement à l'eau distillée toutes les 48 heures. Les boîtes ont été disposées dans l'étuve à la température moyenne de 25°C. La durée du test a été fixée sur une période de 21 jours.

2.3.2 DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le dispositif expérimental adopté pour notre expérience est 2 blocs aléatoires à randomisation totale avec trois traitements, trois répétitions par traitement, soit 9 répétitions par bloc et un facteur étudié: la germination.

L'essai s'est déroulé du 15 mai au 05 Juin 2020.



Fig. 2. Dispositif du test de germination à gauche et émission de la radicule à droite

2.4 EXPRESSION DES RÉSULTATS

Nous avons utilisé le critère et les paramètres de germination définis par Evenari (1957) et Come (1968); il s'agit:

- Pour le critère de germination, de la percée du tégument par la radicule pour les graines mises à germer sur boîtes de Pétri;
- Pour les paramètres de germination: du temps de latence qui est le temps mis entre le semis et l'apparition de la première radicule, de la vitesse de germination ou le temps au bout duquel 50% des graines ont germé; de la durée de germination qui est le temps entre la première et la dernière germination pendant la période d'observation; et enfin du taux de germination (appelé encore capacité germinative ou pouvoir germinatif) qui est la proportion de graines ayant germé pendant la durée de l'observation.

2.5 ANALYSE DES DONNÉES

Le test de Kruskal-Wallis et l'analyse de variance (ANOVA) ont été utilisés pour évaluer l'effet des traitements et du type des graines sur le taux de germination. Les analyses ont été faites avec le logiciel R3.2.4.

3 RÉSULTATS

3.1 PARAMÈTRES DE GERMINATION DES GRAINES

3.1.1 LE TEMPS DE LATENCE

Il a varié de 7 heures à 48 heures selon les lots de graines et selon les traitements (Tableau 5).

Pour les graines récentes, les témoins et les graines ayant séjourné dans l'eau de robinet pendant 6h ont germé à partir du 2^{ème} jour, donc un temps de latence de 24 heures tandis que les graines ayant séjourné dans l'eau de robinet pendant 12 heures ont germé seulement 7 heures de temps après semis. Le trempage dans l'eau du robinet pendant 12 heures a réduit le temps de latence.

Pour les graines âgées, les témoins et les graines ayant séjourné dans l'eau de robinet pendant 6h ont germé à partir du 3^{ème} jour, donc un temps de latence de 48 heures tandis que les graines ayant séjourné dans l'eau de robinet pendant 12 heures ont germé seulement 12 heures de temps après semis. Le trempage dans l'eau du robinet pendant 12 heures a aussi réduit le temps de latence.

3.1.2 LA VITESSE DE GERMINATION

Pour les graines récentes, les témoins ont donné 50% de germination en 72 heures, celles qui ont séjourné dans l'eau du robinet pendant 6 heures en 48 heures. Les graines ayant séjourné dans l'eau du robinet pendant 12 heures ont atteint leur vitesse de germination en 24 heures.

Pour les graines âgées, les témoins et les graines qui ont séjourné dans l'eau du robinet pendant 6 heures ont donné 50% de germination en 5 jours. Les graines ayant séjourné dans l'eau du robinet pendant 12 heures ont atteint leur vitesse de germination en 72 heures. La vitesse de germination semble dépendre des traitements auxquels les graines ont été soumises.

3.1.3 LA DURÉE ET LE TAUX DE GERMINATION

Pour les graines récentes, la durée de germination est de 9 jours chez les graines trempées pendant 6 heures, 12 jours chez les graines trempées pendant 12 heures. Les graines non trempées ont continué à germer jusqu'à la fin de l'expérience. Le taux de germination est de 98,33 % pour les graines trempées à l'eau pendant 6h, 96,66 % pour les témoins et 88,66 % pour les graines trempées à l'eau pendant 12h. Pour les graines âgées, la durée de germination est de 10 jours chez les graines trempées pendant 12 heures avec un taux de germination de 100%. Elle est de 13 jours pour les graines trempées pendant 6 heures et les témoins avec respectivement un taux de germination de 98,33 % et 96,66 %. Les taux élevés selon les différentes modalités de trempage à l'eau pourraient s'expliquer par le fait que l'eau nécessaire à l'initiation du phénomène de germination est disponible à l'embryon quel que soit le temps d'exposition à cette eau.

Tableau 1. Paramètre de germination des graines

Paramètres de germination des graines								
Traitements	Temps de latence		Vitesse de germination		Durée de germination		Taux de germination (%)	
	R	A	R	A	R	A	R	A
Témoins	24h	48h	72h	5J	21	13	96,66	98,33
Trempage 6h	24h	48h	48h	5J	9	13	98,33	96,33
Trempage 12h	7h	12h	24h	72h	12	10	88,66	100

R: graines récentes, A: graines âgées.

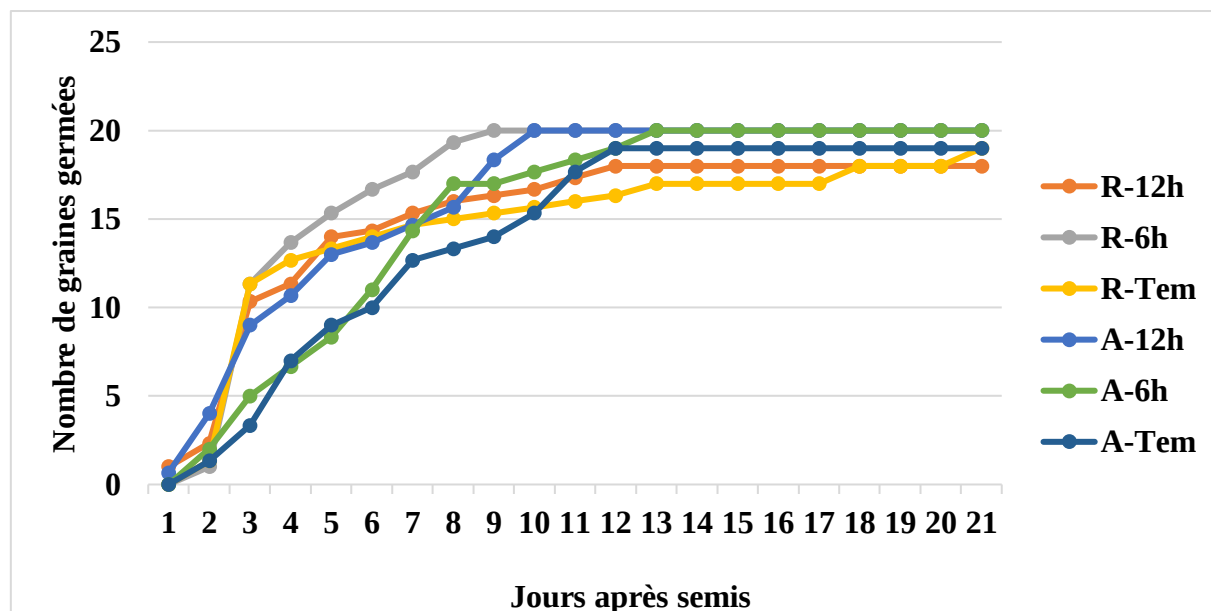


Fig. 3. Evolution du taux de germination des graines

R-12h=graines récentes trempées pendant 12 heures. R-6h= graines récentes trempées pendant 6 heures. R-Tem= graines récentes témoins. A-12h= graines âgées trempées pendant 12 heures. A-6h= graines âgées trempées pendant 6 heures. A-Tem= graines âgées témoins

Tableau 2. Délai et taux de germination par traitement

Délai de germination (Jours)	Traitements			P-value
	12h	6h	Témoin	
3 jours	9,66 ± 1,75 a	8,16 ± 3,65 a	7,33 ± 4,58 a	0,525 ns
6 jours	14,00 ± 1,26 a	13,83 ± 3,25 a	12,00 ± 2,52 a	0,330 ns
9 jours	17,33 ± 1,63 a	18,33 ± 1,63 a	14,66 ± 1,36 b	0,002 **
13 jours	18,83 ± 1,32 a	19,66 ± 0,51 a	18,00 ± 1,89 a	0,204 ns
21 jours	18,83 ± 1,32 a	19,66 ± 0,51 a	19,33 ± 0,81 a	0,505 ns

Signif. codes: '**' 0.01.

NS: différence non significative au seuil de 5%; les moyennes suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5%. ** différence très significative.

Tableau 3. Délai et taux de germination par type de graines

Délai de germination (Jours)	Type de graines		P-value
	Récents	Agées	
3 jours	11,00 ± 1,80 a	5,77 ± 2,63 b	0,000 ***
6 jours	15,00 ± 1,80 a	11,83 ± 1,87 b	0,001 **
9 jours	17,11 ± 2,20 a	16,44 ± 2,18 a	0,528 ns
13 jours	18,00 ± 1,58 b	19,66 ± 0,70 a	0,011 *
21 jours	18,88 ± 1,05 a	19,66 ± 0,70 a	0,070 ns

Signif. codes: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05.

NS: différence non significative au seuil de 5%; les moyennes suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5%. *: différence significative au seuil de 5%. ** différence très significative. *** différence très hautement significative.

Tableau 4. Délai et taux moyen de germination par traitement et par type de graines

Type de graines	Près traitements	Taux Moyen de germination	P-value
Récents	6h	98,33 ± 2,88 a	0,012 *
	12h	88,33 ± 2,88 b	
	Tem	85,00 ± 5,00 b	
Agées	12h	100,00 ± 0,00 a	0,558 ns
	6h	98,33 ± 4,66 a	
	Tem	96,66 ± 4,33 a	

Signif. codes: '*' 0.05.

NS: différence non significative au seuil de 5%; les moyennes suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5%. *: différence significative au seuil de 5%.

4 DISCUSSION

Pour stimuler la dormance de certaines graines des espèces forestières, plusieurs facteurs doivent être pris en compte notamment le facteur temps, le risque de sécurité au cours de l'opération, la disponibilité des équipements et le coût relatif des méthodes (Schmidt, 2000). C'est dans ce contexte que les graines de *Leptadenia hastata* ont été soumises à l'eau du robinet à des durées différentes. Le temps de latence et le taux de germination des graines varient suivant l'âge des graines et le type de prétraitement. C'est ainsi que pour les deux lots de graines de *L.hastata* prétraitées, le temps de latence maximum (48 heures) est obtenu avec les graines âgées trempées pendant 6 heures et les témoins et le minimum (7 heures) avec les graines récentes trempées pendant 12 heures. Le taux de germination varie de 88,66% à 98,33% pour les graines récentes et de 98,33% à 100% pour les graines âgées. Les graines stockées plus longtemps (16 mois) ont donné le meilleur pourcentage de germination. Ces graines ont également un taux d'humidité faible. L'état initial des graines et les manifestations physiologiques qui se déroulent dans celles-ci au cours du stockage seraient déterminants dans le processus de germination (Baskin et Baskin, 1998, Yuri JA, 1987). Le pourcentage de germination élevé des graines semble ainsi être lié à leur faible taux d'humidité initiale. Nos résultats corroborent ceux de (Beugré et al 2011) qui trouvent un taux élevé du pourcentage de germination avec un faible taux d'humidité sur les graines d'*Elaeis guineensis* Jacq. Nos résultats sont contraires à ceux de (Martins et al. 2003) qui montrent que le pourcentage de germination baisse proportionnellement au taux d'humidité avec des graines de King palm. Il en est de même avec (Gomes et al. 2006) qui trouvent une baisse du pourcentage de germination avec un faible taux d'humidité. Toutefois, la capacité germinative des graines semble aussi être liée au type de prétraitements utilisés. Pour les graines récentes, les graines ayant moins duré dans l'eau (6 heures) ont donné le meilleur taux de germination (98,33% alors que pour les graines âgées, c'est l'effet inverse qui a été obtenu, c'est-à-dire les graines ayant plus durées dans l'eau (12heures), ont donné le meilleur taux de germination 100%. Mais ces taux ne diffèrent pas significativement suivant les différents traitements utilisés. Ces résultats sont similaires à celui de (Dardour et al 2014) qui n'ont observé aucun effet significatif sur le taux de germination des graines de *Brachychiton acerifolius* selon les différentes modalités de trempage dans l'eau à température ambiante. Les taux les plus élevés (100%, 98,33% et 96,66%) sont obtenus au niveau de toutes les modalités de trempage et les témoins. Cela montre que les graines de *Leptadenia hastata* ont une très bonne aptitude à la germination et ne souffrent donc pas de problème de dormance. Ces taux élevés selon les différentes modalités de trempage à l'eau pourraient s'expliquer par le fait que quelle que soit la modalité de trempage considérée, elle ramollit le tégument et permet le passage de l'eau et de l'oxygène en quantité suffisante au niveau de l'embryon de la graine, ce qui déclenche rapidement le phénomène de la germination. Ce constat a été aussi fait par (Willan 1992). Selon cet auteur, l'eau a un effet sur le ramollissement de la coque dure des graines en accélérant le phénomène de la germination. En effet, les semences non traitées sont composées principalement de polymères hydrophiles, avec une quantité de composés osmotiquement actifs très réduite (Obroucheva, 2012). Lorsque les graines sont trempées dans l'eau, celle-ci se lie d'abord aux composés hydrophiles dans les parois cellulaires et le cytoplasme. Lorsque le niveau d'hydratation atteint 22% (environ), le phénomène de la respiration augmente, la glycolyse et le cycle de

Krebs sont activés, et le métabolisme des acides aminés commence. Une augmentation de la teneur en eau (50%) active la synthèse des protéines ainsi que l'hydrolyse de l'amidon stocké. Lorsque l'hydratation atteint 50 à 60%, toutes les activités physico-chimiques et biochimiques conduisent à la germination des graines (Obroucheva & Antipova, 1994). Le délai de 6 heures est suffisant pour influencer les paramètres de germination de ces semences de *L. hastata* et aussi pour avoir le plus élevé taux de germination. Mais le trempage de 12 heures est meilleur pour l'accélération de la vitesse de germination et la réduction du temps de latence et de la durée de germination. Par ailleurs, les graines du lot témoin des graines récentes ont continué à germer jusqu'à la fin de l'expérience et allaient sans doute continuer à le faire en cas de prolongation. Selon (ouedraogo. a, 2006), Cet échelonnement dans le temps de la germination des graines est, une stratégie d'adaptation des espèces à une forte variation de la pluviométrie. Pour avoir une germination rapide et homogène, le trempage des graines pendant 6 heures peut donc être envisagé avant le semis. Cela pourrait faciliter une plantation massive pour reboiser de grandes superficies. En effet, une germination groupée et élevée des semences est une condition nécessaire à l'installation de peuplements végétaux en milieux arides (Traore.B et al 2005).

5 CONCLUSION

La présente étude montre que les graines de *Leptadenia hastata* n'ont pas un problème de dormance. Toutefois, le trempage des graines récentes dans de l'eau du robinet pendant 6 heures permet d'avoir une germination rapide et homogène par rapport aux témoins. Ce prétraitement est peu coûteux et efficace pour la production de plants de *Leptadenia hastata* en pépinière.

REFERENCES

- [1] Abdourhamane H, Morou B, Rabiou H et Mahamane A. 2013. Int. J. Biol. Chem. Sci., 7 (3) 1048 - 1068. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i3.13>.
- [2] Bakhoum A. 2013. Dynamique des ressources fourragères: indicateur de résilience des parcours communautaires de Téssékéré au Ferlo (Nord-Sénégal). Thèse de doctorat unique en Biologie, Productions et Pathologies Animales, Option Ecologie pastorale, FST-UCAD.
- [3] Baskin C.C and Baskin J.M. 1998. Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. Academic Press San Diego, California, USA. 665p.
- [4] Bellefontaine R et Monteuis O. 2000. Le drageonnage des arbres hors forêt: un moyen pour revégétaliser partiellement les zones arides et semi-arides sahéliennes? In Verger M. Multiplication végétative des ligneux forestiers, fruitiers et ornementaux, 3ème rencontre du Groupe de la Ste Catherine, Orléans: 22-24 novembre 2000. CIRAD-INRA, Collection du Cirad.
- [5] Beugré et al. 2011. Influence des conditions de stockage sur de graines du palmier à huile. Journal of Applied Biosciences 41: 2780 - 2787. ISSN 1997-5902.
- [6] Dardour M, Daroui E.A, Boukroute A, Kouddane N.E, Berrichi A. 2014. Etude de Prétraitements des graines de *Brachychiton populneus* (Schott & Endl.) R.Br. et *B. acerifolius* F.Muell. en faveur de leur germination. J Mater Env. Sci 5 6 2014 1877-1884.
- [7] Evenari M. 1957. Les problèmes physiologiques de la germination. *Bull. Soc. Franç. Physiol. Végét.*, 3, 4; 105-124.
- [8] FAO. 2016. Situation des forêts du monde forêts et agriculture: défis et possibilités concernant l'utilisation des terres, 137p.
- [9] Freiburger C.E, Vandergagt D.J, Pastuszyn A, Glew R.S, Mounkara G, Millson M, Glew R.H. (1998). Nutrient content of edible leaves of seven wild plants from Niger. *Plant. Foods. Hum. Nutr.* 53 (1): 57-69.
- [10] Gomes P.B, Válio I.F.M, Martins F.R. 2006. Germination of *Geonoma brevispatha* (Arecaceae) in laboratory and its relation to the palm spatial distribution in a swamp forest. *Aquatic Botany* 85: 16-20.
- [11] Haruna A, Mann A, Ogbadoyi E.O. 2017. Phytochemical composition and antitrypanosomal activity of the leaf extract of *Leptadenia hastata* (Pers.) Decne. *Bayero J Pure Appl Sci.*; 10 (2): 292-9. <https://doi.org/10.4314/bajopas.v10i2.47>. [Google Scholar].
- [12] Jansen P.C.M. 2004. *Leptadenia hastata* (Pers.) Decne. In: Grubben, G.J.H. Denton, O.A. (Editeurs). PROTA 2: Végétales/Légumes. [CD-Rom]. PROTA, Wageningen, Pays Bas.
- [13] Kasonia K. 1998. Une reconnaissance des savoirs paysans: plantes médicinales et médecine vétérinaire traditionnelle d'Afrique centrale. Thèse Doct ès Sci. Vét. Univ. Liège, Belgium.
- [14] Kawa R. 2000. Essais de multiplication de *L. hastata* en pépinière, Rapport d'expérimentation, Institut de Recherche Agronomique du Niger, 10p.
- [15] Laouali. A, Boubé. M, Tougiani. A, Mahamane. A. 2016. *Journal of Plant Studies*, Vol. 5, No 1. <http://dx.doi.org/10.5539/jps.v5n1p58>.
- [16] Larwanou, Oumarou M. I, Snook L, Danguimbo I, Eyog-Matig O. 2010. *Tropicultura*, 28 (2) 115 - 122.
- [17] Mahamat-Saleh, Diallo A, Ousmane N, Faye M. N, Guisse A. 2013. Caractérisation des peuplements ligneux de la zone Cayor Baol (Thiès-Sénégal), *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 7 (5) 2117 - 2132.
- [18] Manzo O. L, Oumarou B. G, Morou B, Karim S, Mahamane A. 2017. État de la végétation ligneuse au Sahel: Cas de Guidan Roumdji au Sahel central du Niger. *Journal of Animal & Plant Sciences*, Vol. 31, Issue 3 5033 - 5049.
- [19] Martins C.C, Bovi M, Nakagawa J. 2003. Dessication effects on germination and vigor of king palm seeds. *Horticultura Brasileira* 21 (1): 88-92.
- [20] Millogo D. 2014. Etudes des caractéristiques morphologiques et de la viabilité des semences de *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br.ex G. Don. germoplasme de conservation à long terme A 4°C. Mémoire de fin d'étude, IDR/IJPB. 42p.

- [21] Obroucheva N. V. 2012. Transition from hormonal to nonhormonal regulation as exemplified by seed dormancy release and germination triggering. *Russian Journal of Plant Physiology* 59: 546-555.
- [22] Ouedraogo A. 2006. Diversité et dynamique de la végétation ligneuse de la partie orientale du Burkina Faso. Thèse de Doctorat; Ecologie, Université de Ouagadougou (Burkina Faso); 196 pages.
- [23] Ram Kumar P & Pranay J. 2010. Comparative studies on the antimicrobial activity of black pepper (*Piper nigrum*) and turmeric (*Curcuma longa*) extracts. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, 1 (2): 491–501.
- [24] Sanogo S, Sanogo A.K, Yossi H. 2006. *Collecte et conservation durable des graines et d'échantillons de plantes. Rapport de recherche de la campagne 2005/2006*. Bamako: 12^e session de la Commission Scientifique de l'Institut d'Économie Rurale (IER).
- [25] Schmidt L. 2000. Guide to handling of tropical and subtropical forest seeds. Danida forest seed centre (DFSC). Humle Back Den.
- [26] Sarr O, Diatta S, Gueye M, Ndiaye P.M, Guisse A, Akpo I. E. 2013. Importance des ligneux fourragers dans un système agropastoral au Sénégal (Afrique de l'ouest). *Revue Méd. Vét.*, 164 (1) 2 - 8.
- [27] Traore B, Letreuch-Belarouci N, Sahki-Boutamine R, Gaouar A. 2005. Caractérisation dendrométrique et étude des possibilités d'amélioration des performances germinatives de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. dans la région de Tamanrasset (Ahaggar, Algérie); *Sécheresse*; 15; 2; 137-146.
- [28] Vodouhè R, Dansi A, Avohou H. T, Kpèki. B, Azihou F. 2011. Plant domestication and its contributions to *in situ* conservation of genetic resources in Benin. *International Journal of Biodiversity and Conservation Vol. 3 (2)*, pp. 40-56.
- [29] Willan R. L. 1992. Guide de manipulation des semences forestières, FAO, Rome. 444p.
- [30] Yossi H. et al., 2006. Les haies vives au Sahel. État des connaissances et recommandations pour la recherche et le développement. Occasional Paper no. 6. Nairobi: World Agroforestry Centre (ICRAF).
- [31] Yuri J.A. 1987. Propagation of Chilean wine palm (*Jubaca chilensis*) by means of in vitro embryo culture. *Principes* 31: 183-186.

Tectono-sedimentary evolution of the Termit basin (SE Niger)

Leyla Boubacar Hamidou¹, Mohamed Atmane Abdourahim¹, Aboulwahid Sani², Habsatou Ousmane¹, and Moussa Konaté¹

¹Université Abdou Moumouni, Faculté des sciences et techniques, Département de Géologie, B.P. 10662, Niamey, Niger

²Université d'Agadez, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Géologie, PO Box 199 Agadez, Niger

Copyright © 2023 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: Multi-channel seismic and well data from Agadem (Termit Basin), a Mesozoic-Cenozoic intra-continental rift basin located in the West and Central African Rift System (WCARS), has been analyzed. Regional unconformities, including the top of acoustic basement, have been identified from seismic data.

The correlation of wells in the Agadem Block, as well as the seismic data interpretation, show that the lateral thickness variations of the layers is linked to the synsedimentary normal activation of the N140° to N150° trending fault system of the Termit Basin. The well logs correlation exhibits a high hydrocarbon potential, in the axial zone of the Agadem Block, which is characterized by a strong subsidence rate.

This study shows that the NW-SE-trending graben shaped Termit Basin exhibits a tilted block structuring, controlled by the synsedimentary reactivation of normal faults. Two major periods of structuring characterize the evolution of the Termit Basin:

- The first period, which was an extension stage, including the first rifting stage relayed by a thermal subsidence, occurred from early Cretaceous to Upper Cretaceous, during the south Atlantic opening.
- During the second period, which prevailed from Paleocene to Oligocene, the Termit basin was also affected by a second rifting event, followed by a thermal tectonic subsidence. The NW-SE trending faults was secondly reactivated during a NE-SW extensional regime.

KEYWORDS: Agadem block, tectono-sedimentary, tilted blocks, upper Cretaceous, Paleogene.

1 INTRODUCTION

Niger is composed of two distinct sedimentary domains (West Niger and East Niger), which are separated over a length of about 700 km by the north-south oriented Air massif, which is the southern extension of the Hoggar massif [1].

The eastern Niger structure is characterized by two sedimentary basin systems, the Palaeozoic Djado Basin to the NE, and a series of grabens, filled mainly with Cretaceous and Tertiary sedimentary rocks, which extend over a distance of about 1,200 km from southern Algeria towards Lake Chad (Fig.1).

The NNW-SSE trending East Niger Graben System includes the following individual grabens from north to south: Kafra, Grein, Ténéré, Tefidet, Bilma, and Termit, the focus of this paper, which is elongated in a NW-SE direction and covers an area of approximately 30 000 km² [2, 3] and N'Guel Edji Graben (Fig. 1).

Exploration in Agadem Block (Termit basin), in the southeastern Niger carried out by Petropar, Petronas, Elf, Esso Exploration and Production Niger Inc, Global Energy and China National Petroleum Corporation (CNPC) consisted mainly of geophysical surveys. These Previous studies shown that Termit Basin experienced two rifting periods:

- The first period of rifting prevailed during the Cretaceous and,
- The second rifting stage occurred during the period ranging from Paleogene to Quaternary

In this study we present a combination of both high-resolution seismic reflection profiles and well data from Agadem Block in Termit basin. Based on these data, we discuss the structural evolution of the study area associated to its sedimentary infilling.

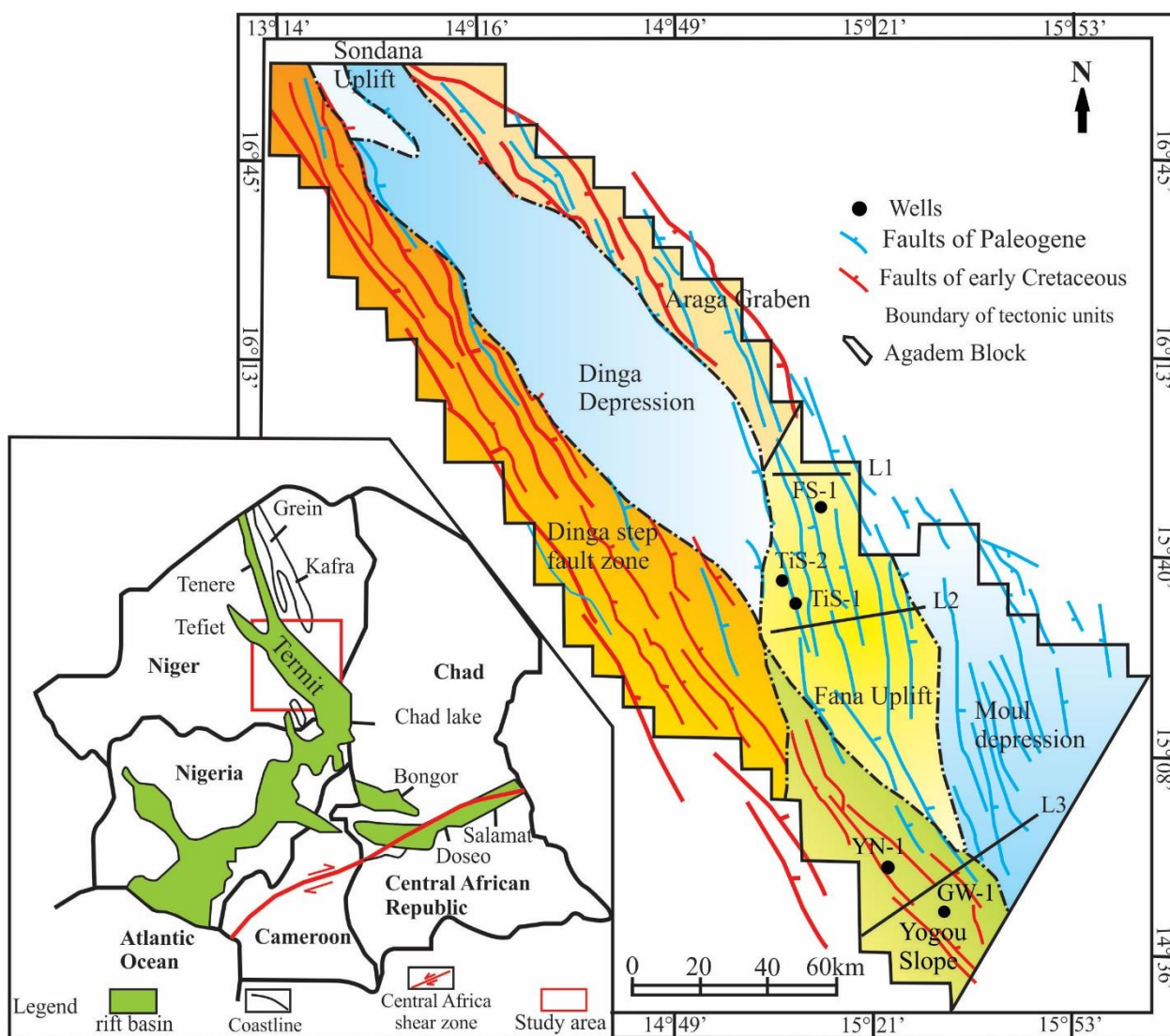


Fig. 1. Location and tectonic units of Termit basin (from Lai et al., 2019)

2 GEOLOGICAL SETTING

The Ténéré rift system extends from south Algeria to Lake Chad, over a distance of about 1200 km [1, 4-6]. It includes a set of coalescent grabens, connecting towards the south with the Nigerian NE-SW trending Benue trough [5, 7].

The Termit Basin is an extensional asymmetric rift basin belonging to the West and Central Africa rift system (WCARS) [8-11]. Controlled by NW-SE to NNW-SSE trending border faults, the Termit basin was developed on Precambrian basement. Six tectonic units (two negative tectonic units and four positive tectonic units) composed the basin. These are: Dinga and Moul depressions, Dinga step-fault zone, Araga Graben, Fana Uplift, and Yogou Slope. (Fig. 1).

The tectonic evolution of the Termit basin is characterized by 3 major phases: a pre-rift stage, a first synrift phase (from Early Cretaceous to Paleogene) which can be divided into three sub-phases, and a post-rift stage (Fig. 2) [9, 10]. Termit basin was developed during the first synrift phase linked to the breakup of Gondwana and the opening of the South Atlantic [2, 9, 10, 12-17].

During the second rifting phase, the deposition consists of fluvial to lacustrine sediments [1, 18-20]. The Dunga and the Yogou formations consisted of marine clastic rocks, while the Madama is composed of braided fluvial sandstones and mudstones. All these formations were deposited during the second rifting phase (Fig. 2) [21]. During this phase, the basin underwent a period of subsidence caused by tectonic subsidence and the worldwide Late Cretaceous eustatic sea-level highstand [22]. According to [23] and [24] the second rifting phase was ended by a regional unconformity. Sokor-1 and Sokor-2 formations which consist of Cenozoic continental sediments from alluvial, fluvial, and lacustrine depositional environment, were deposited during the second rifting phase [9, 10, 25]. The

post rifting thermal subsidence phase in the Termit basin occurred during the Neogene – Quaternary period. During this time, mainly fluvial-alluvial plain sediments were deposited.

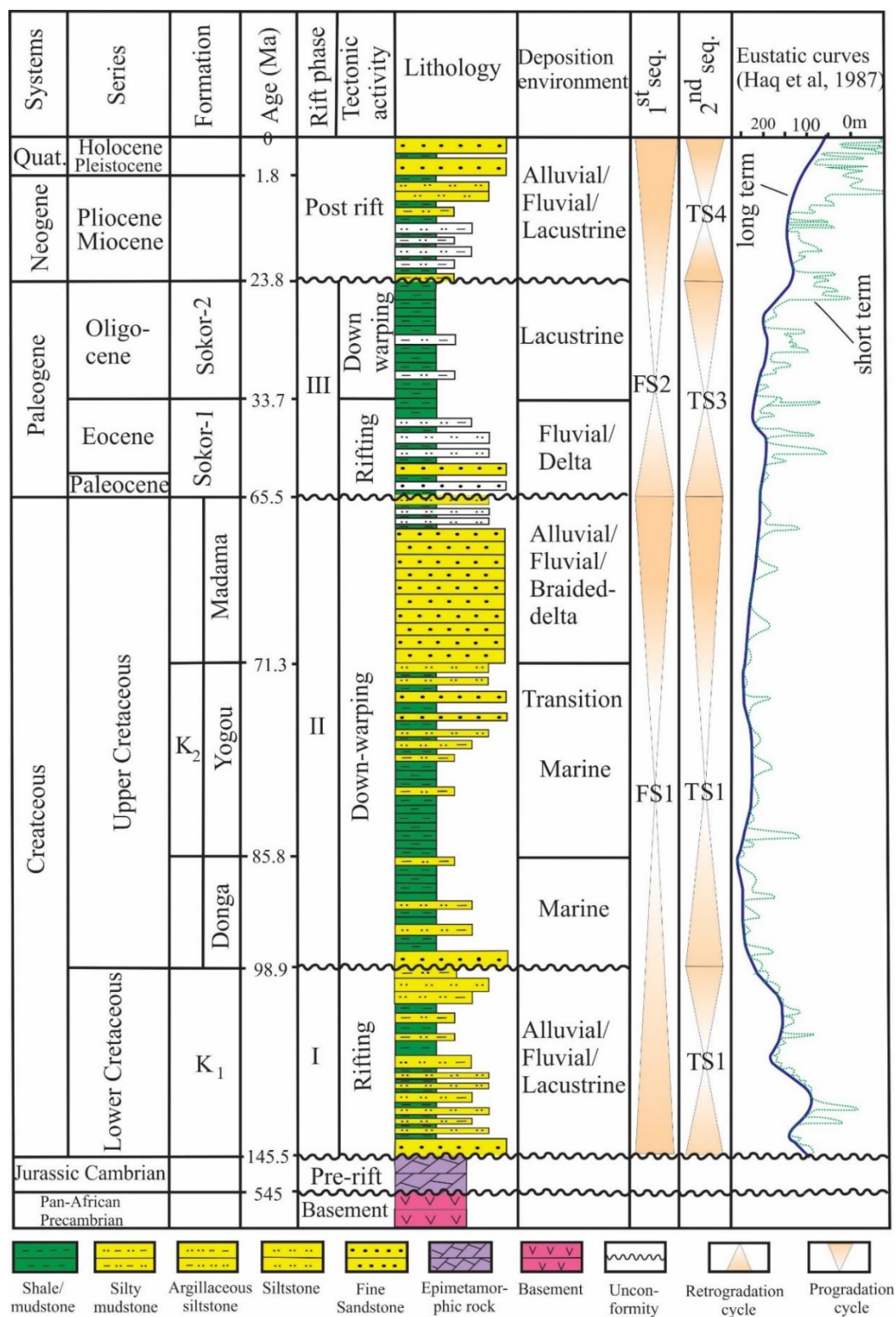


Fig. 2. Stratigraphic column and sequence division of the Termit Basin (modified after [9, 26])

3 MATERIALS AND METHODS

The data used in this study consist of seismic profiles and wells (FS-1, TiS-1, TiS-2, YN-1 and GW-1) kindly provided by CDP ("*Centre de Documentation Pétrolière*"). Well logs in the basin were used to verify our interpretation of the key horizons depth. The data were interpreted using the Petrel software produced by Schlumberger (2009). The vertical scale for all of the seismic profiles is a two-way travel time. Correlation of the seismic sections and well data led to the identification of four sequences. After building up the stratigraphic succession, we studied the distribution of the formations, by well correlation and by analysis of further tectonic and depositional evolution in the basin.

4 RESULTS AND DISCUSSION

4.1 SEDIMENTARY FEATURES

4.1.1 EARLY CRETACEOUS SEQUENCE K1

The K1 sequence is composed of sandstone, kaolinite, and quartz sandstone associated with siltstone and mudstone. Termit Basin started to develop during the break-up of Gondwana from Upper Jurassic to Lower Cretaceous [2, 13-17] and subsequent seafloor spreading resulted in the formation of the South Atlantic Ocean. Fluvial to lacustrine sediments are deposited in Termit and nearby grabens in the early to Late Albian period during the rifting, associated to a rapid subsidence [1, 4, 18, 19]. The sediments deposited during this time in the Termit Basin are up to 2500 m [27].

4.1.2 UPPER CRETACEOUS SEQUENCE K2

The upper cretaceous sequence K2 consists of 3 formations: Donga, Yogou and Madama. From well YN-1, the lower interval of Donga formation Turonian-Coniacian in age marks the beginning of the Turonian Neolobites, Nigericeras and Pseudotissatia transgression [2].

The Donga formation is dominated by shallow marine shales interbedded with thin and fine sands deposits, which are highlighted by the high values of gamma-ray (135 API) (Fig. 3a). Locally, the gamma-ray values show the presence limestone deposits. According to [9] and [8], shallow marine depositional environment was affected by marine transgression in the Western Africa Rift System during the Late Cretaceous.

Yogou formation in the well GW-1 (Fig. 3b), is characterized by alternances of high gamma-ray values (120 API) and low values (40 API), due to the interbedded sandstones and mudstones. These sediments are deposited in a transitional environment [9] including lamellibranch fossils [2]. Due to regression during the Late Campanian, seawater returned to the Niger Basin [9]. Interbedded sandstones and mudstones represent the upper part of Yogou formation (Campanian) which was deposited in a marine to terrestrial transitional environment [9, 28].

The **Madama** Formation which consists of sandstones and mudstones was deposited during the Maastrichtian. This period is characterized by a regression in Agadem area [29]. The sediments were characterized by the logging response from well GW-1 with relatively low value of GR (40 API), indicating a sandstone-rich depositional environment (Fig. 3c). This observation is consistent with the description of geological log which shows sandstone interbedded with thin layers of mudstone. According to [1, 9], the madama Formation was deposited in braided stream environments. The resistivity log values indicate low porosity.

4.1.3 PALEOGENE SEQUENCE

The paleogene sequence known as Sokor is made up of continental deposits, mainly fluvio-lacustrine deposits [9, 28]. It can be divided into two formations: Sokor-1 at the bottom and Sokor-2 to the top.

The Paleogene-Eocene Sokor-1 formation ("Sokor alternances") consists of fluvio-deltaic sediments deposits [9] with vertebrate fossils, [2]. This formation consists of sandstones interbedded with mudstones in the uppermost deposits, while the lowermost sediments consists of sandstones and schists. This formation represents the reservoir rock in Agadem Block and has high porosity and permeability. In eastern Niger, a second rifting stage occurred from the Paleocene to the middle Eocene and resulted in deposition of the Sokor-1 Formation sandstones [28].

The lithology of the Oligocene Sokor-2 Member is mainly lacustrine mudstone, interbedded by thin sandstone layers. (Fig. 3d). The oligocene Sokor-2 formation consists of lacustrine deposits [9], with plant fossils [2].

The Sokor-2 formation composed from bottom to top by low velocity shales and claystones deposits. The low velocity deposits consist mainly of shales with a high GR value (120 API) and sandy clays with an average GR value (75 API) (Fig.3e). These observations are

consistent with the predominance of low velocity shales in the lower deposits of Sokor-2. This formation represents a regional top seal for reservoirs in the Sokor-1 Formation [9, 30]. The Neogene and Quaternary mainly consist of fluvial deposits (Fig. 3f).

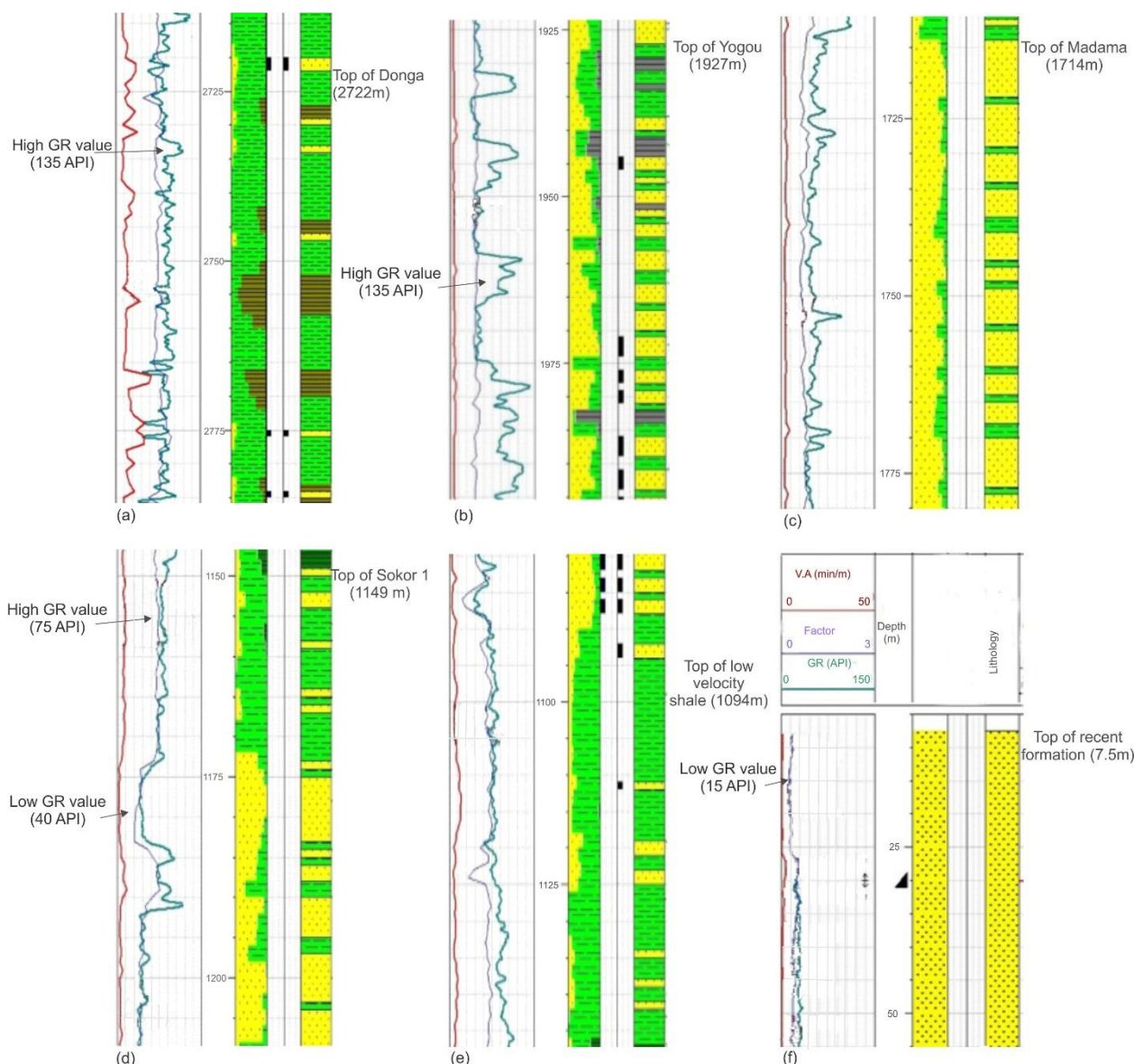


Fig. 3. Donga, Yogou (well Yogou N-1), Madama, Sokor-1, Sokor-2 and recent formations in well Garana W-1 (CNPC, 2012)

4.2 WELL CORRELATION

Donga formation (Fig. 4) is located between 3475 m - 2722 m (753m thick) at YN-1. **Yogou** formation is observed in two wells, and Donga formation in one well. The thicknesses are 447m (2722 m - 2275 m depth) and 373m (2300 m - 1927 m) respectively at YN-1 and GW-1. This formation is thickest in the well YN-1.

The results (Fig. 3) show that in the well FS-1, the formation of **Madama** is located between depths 1980 m - 1910 m (70 m thick), in the well TiS-2 between 2150 m - 2094 m (56 m thick), in the well TiS-1 between 2130 m - 2086 m (44 m thick), in the well YN-1 between 2275 m - 1923 m (1698 m thick) and in the well GW-1 between 1927 m - 1714 m (213 m thick). Madama formation is thickest in the well YN-1.

Sokor-1 formation (Fig. 4): in the well FS-1, Sokor-1 is located between depths 1910 m - 1240 m (670 m thick), in the well TiS-2 between 2094- 1410 (684 m thick), in the well TiS-1 between 2086 m - 1404m (682 m thick), in the well YN-1 between 1923 m - 1260 m (663 m thick) and in the well GW-1 between 1714 m - 1140 m (574 m thick). Sokor-1 is thickest in the well TiS-1.

Low velocity shale was identified in all the wells between 1240 m - 1178 m (62m thick) in the well FS-1, 1410 m – 1347m (63m thick) at TiS-2, between 1404 m - 1202 m (202m thick) in the well TiS-1, between 1260 m -1255 m (5m thick) in the well YN-1 and between 1140 m - 1100 m (40m thick) in the well GW-1.

Sokor-2 formation (Fig. 4) is located between depths 1178 m – 915m (263 m) in the well FS-1, in the well TiS-2 between 1347 m - 1100 m (247 m thick), in the well TiS-1 between 1202 m - 986 m (216 m thick), in the well YN-1 between 1255 m - 802 m (453 m thick) and in the well GW-1 between 1100 m - 536 m (564 m thick). Sokor-2 is thickest in the well GW-1.

Neogene and Quaternary sequence: in the well FS-1 (Fig. 4), this sequence is located between depths 915 m - 7.5 m (707.5 m thick), in the well TiS-2 between 1100 m -7.5 m (1092.5 m thick), in the well TiS-1 between 986 m - 7.5 m (978.5 m thick), in the well YN-1 between 802 m - 9 m (793 m thick) and in the well GW-1 between 536 m - 7,5 m (528.5574 m thick). The Neogene and Quaternary sequence are thickest in the well TiS-2 (Fig. 4).

The delimitation of the main formation has allowed correlating the different sequences which were previously defined. Five lithostratigraphic logs distributed in several sectors of the basin were correlated in a NE-SW direction (Fig. 4).

The result of the correlation shows a variation in the thickness in all the sequences. The sediment's thickness in the Sokor-1 formation (Paleogene sequence) gradually increases from the border to the center, while it becomes thinner from the border to the basin center for the Sokor-2 formation. The strata of Neogene-Quaternary sequence are subject to a thickening from the border towards the center of the basin (Fig. 4). The thickness variations observed on both sides of the secondary faults are attributable to the control of tectonics on the sedimentation.

During the deposition of Paleogene and Neogene-Quaternary sequences, the high thickness of sediments in the axial zone of the basin reflect a migration of depocenter towards the central part of Agadem area related to a high subsidence rate.

The five well logs studied show hydrocarbon potential for wells TiS-1 and TiS-2 compared to the wells GW-1, YN-1 and FS-1 (Fig. 4). These hydrocarbons potential have been highlighted in Sokor-1 formation exhibiting alternating reservoirs rocks. The wells TiS-1 and TiS-2 which have high hydrocarbon potential are located in the axial zone of Agadem where the subsidence is very strong. This strong subsidence is related to the fault activity (tectonic subsidence) which would favor the hydrocarbon accumulation in these wells.

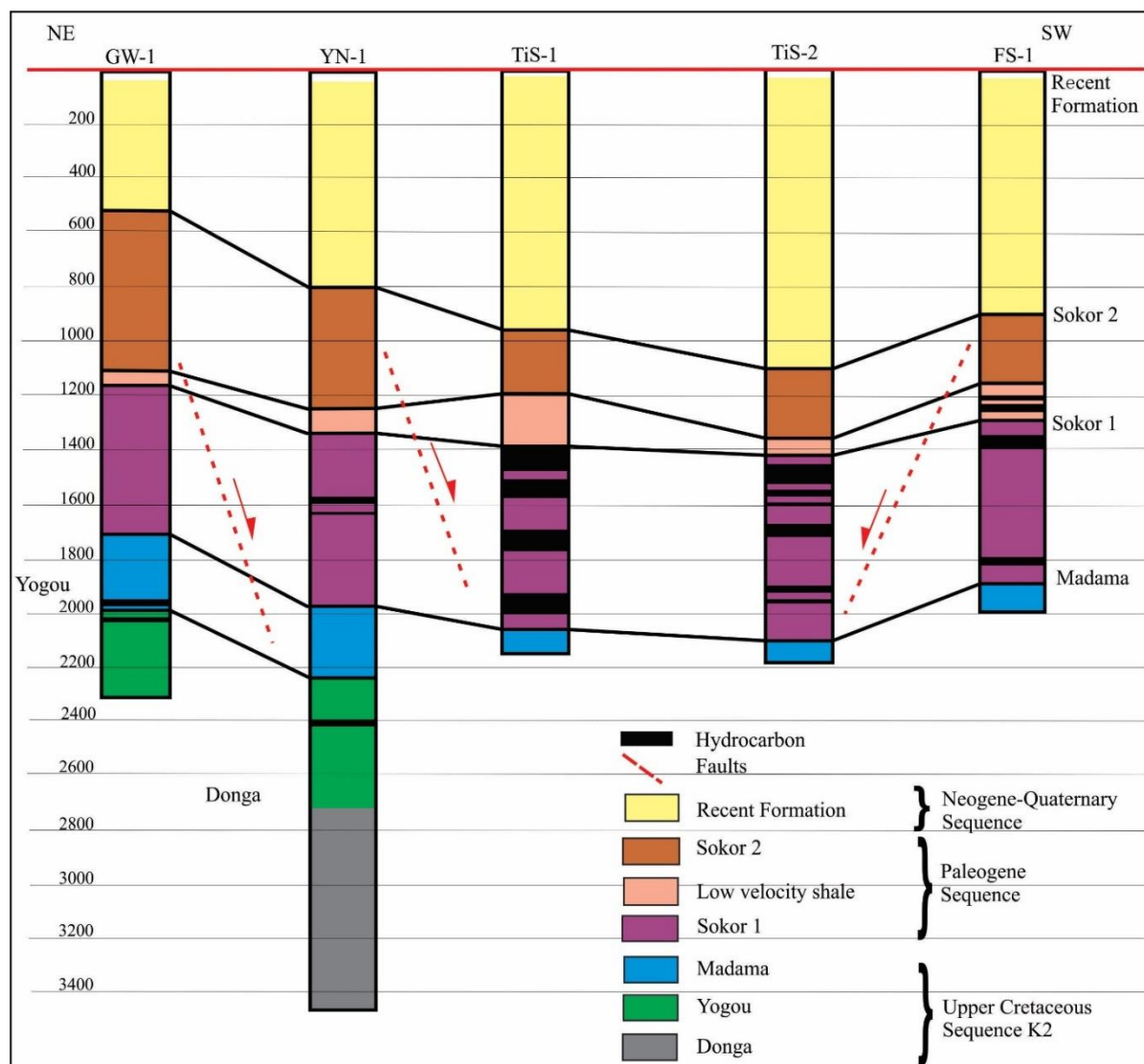


Fig. 4. Lithostratigraphic correlation (GW-1, YN-1, TiS-1, TiS-2, FS-1)

4.3 SEISMIC INTERPRETATION AND BASIN STRUCTURE

Seismic profiles were interpreted in this study to highlight the structure of the Termit Basin. The first step toward the interpretation was to recognize and delineate major seismic unconformities. The seismic reflector configuration analysis combined with well data has allowed identifying four main seismic sequences on the seismic sections. We have identified three regional unconformities or sequence boundaries which delineate four sequences, including the top of the acoustic basement. They are referred from bottom to top as: the early cretaceous sequence K1, the upper cretaceous sequence K2, the Paleogene sequence and the Neogene and Quaternary sequence in decreasing in age (Fig. 5). All these sequences are affected by normal faulting (Figs. 5, 6, 7). The lower boundary of K1 sequence is the deepest traceable unconformity and is characterized by a strong reflection overlying a zone of chaotic reflections interpreted to represent massive rock (Fig. 5). The upper boundary of K1 lays in angular unconformity onto the Precambrian basement.

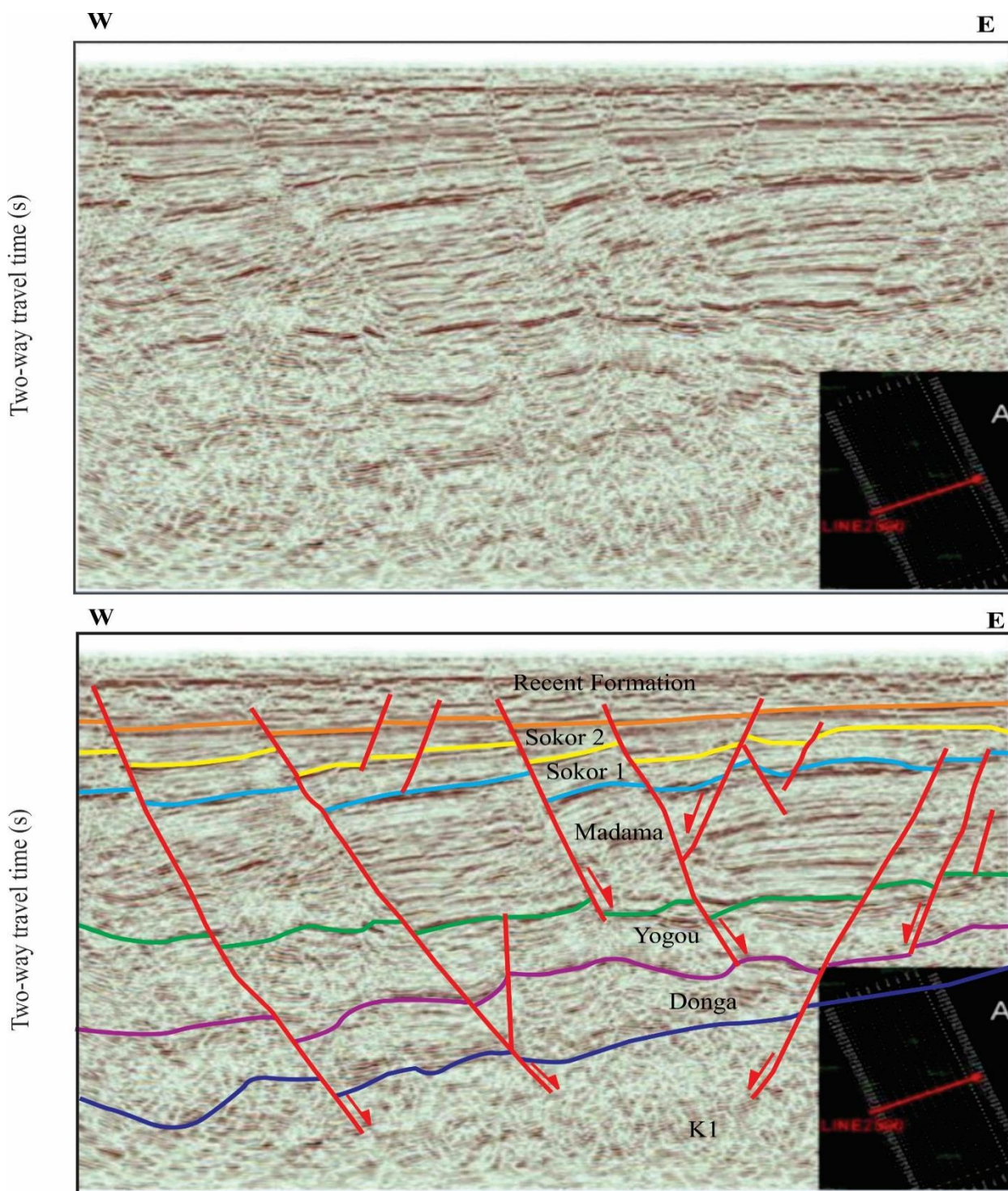


Fig. 5. Structural interpretation of seismic line 1 (L1) in Agadem block

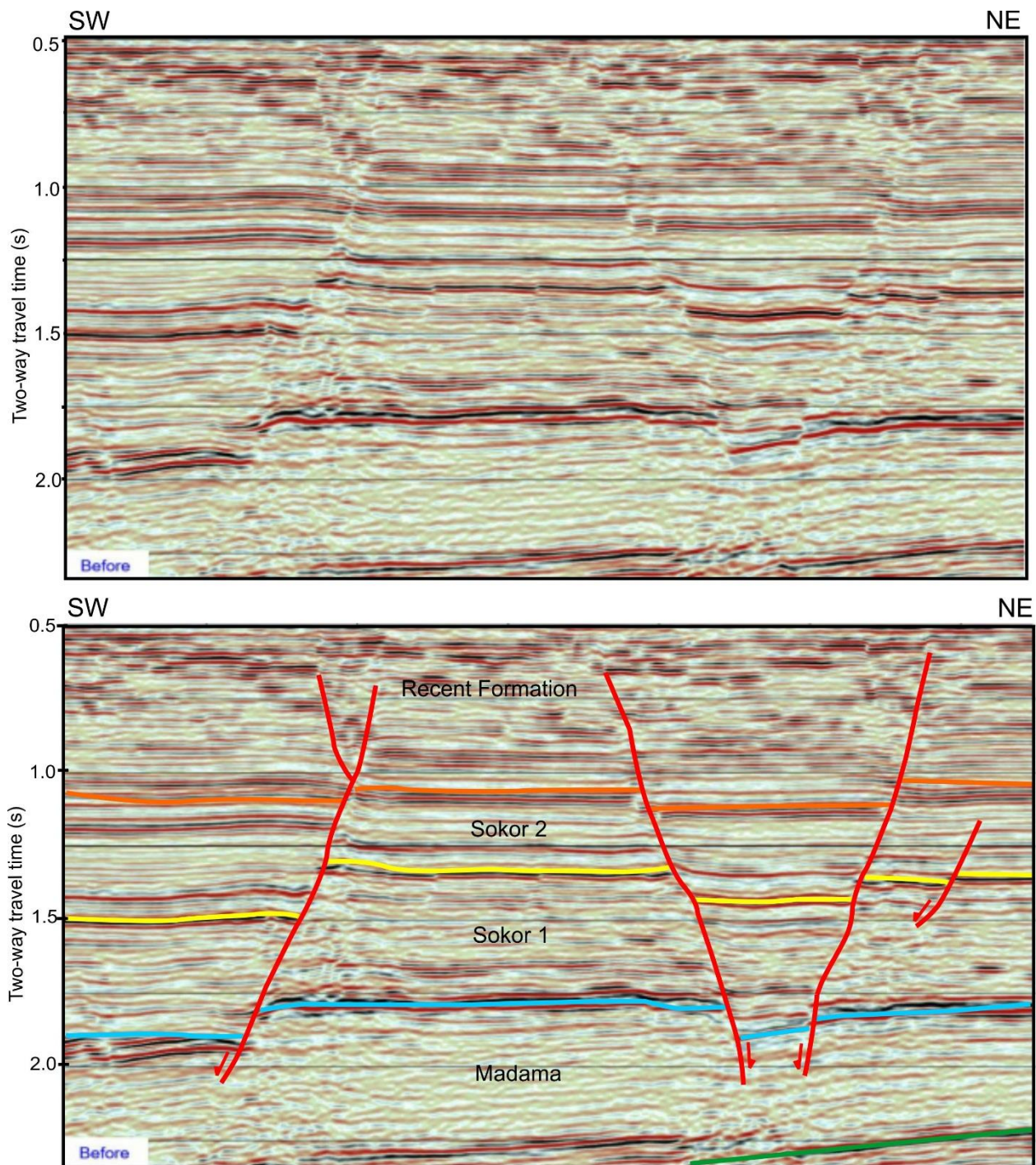


Fig. 6. Structural interpretation of seismic line 2 in Agadem Block (see figure 1 for location)

The Upper Cretaceous sequence in the basin can be divided into three formations: Donga, Yogou and Madama formations from bottom to top (Figs. 5, 7). This sequence is characterized by a low continuity and parallel reflections on seismic sections, and is affected by normal faults with NW-SE trending, and NE-SW trending (Fig. 5). The faults have variable displacement.

Deep-penetration profiles illustrate that the Agadem block is characterized by tilted blocks, bounded by large-scale normal listric faults. The area is also characterized by small scale grabens and half-grabens. The thickness variation and the decametric to hectometric scale anisopachous fold in the Donga formation show the synsedimentary nature of these structures (Fig. 8).

The Paleogene sequence in the basin is divided into two parts: Sokor-1 and Sokor-2 (Figs. 5, 6, 7). The seismic unit corresponding to this sequence consists of low-to good continuity reflection patterns. Erosion unconformity occasionally occurs beneath that sequence

with the underlying Upper Cretaceous formation. In this sequence, NW-SW to NNW-SSE trending faults displacement developed tilted blocks structures. The extensional faults within the Sokor-1 and Sokor-2 sequences generated large accommodation space in the basin with high sediment thickness, which indicates that faults reactivation strongly influenced the sedimentation. The faults control on deposition was very strong at that time.

The Neogene-Quaternary recent formation is characterized by seismic reflectors less marked than those of the previous sequence (Figs. 5, 6, 7). This sequence shows attenuation and sometimes the lack of seismic reflectors, meaning a weak tectonic activity at this time. This attenuation of tectonic activity during the Neogene-Quaternary period, according to [9], is followed by a post-rift thermal subsidence, concomitantly with the deposition of alluvial plains deposits of the recent formations.

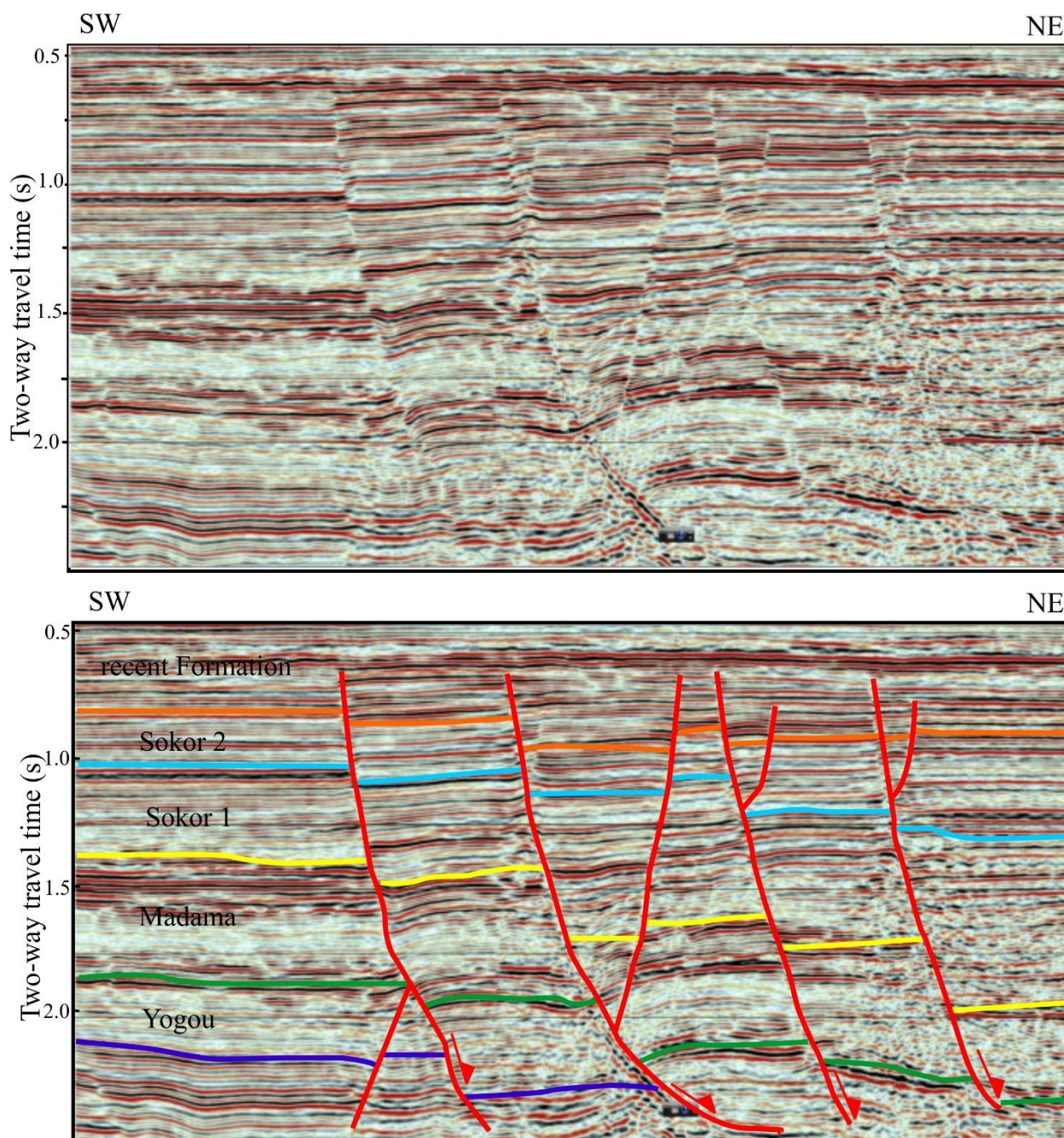


Fig. 7. Structural interpretation of seismic line (L3) in Agadem Block (see figure 1 for location)

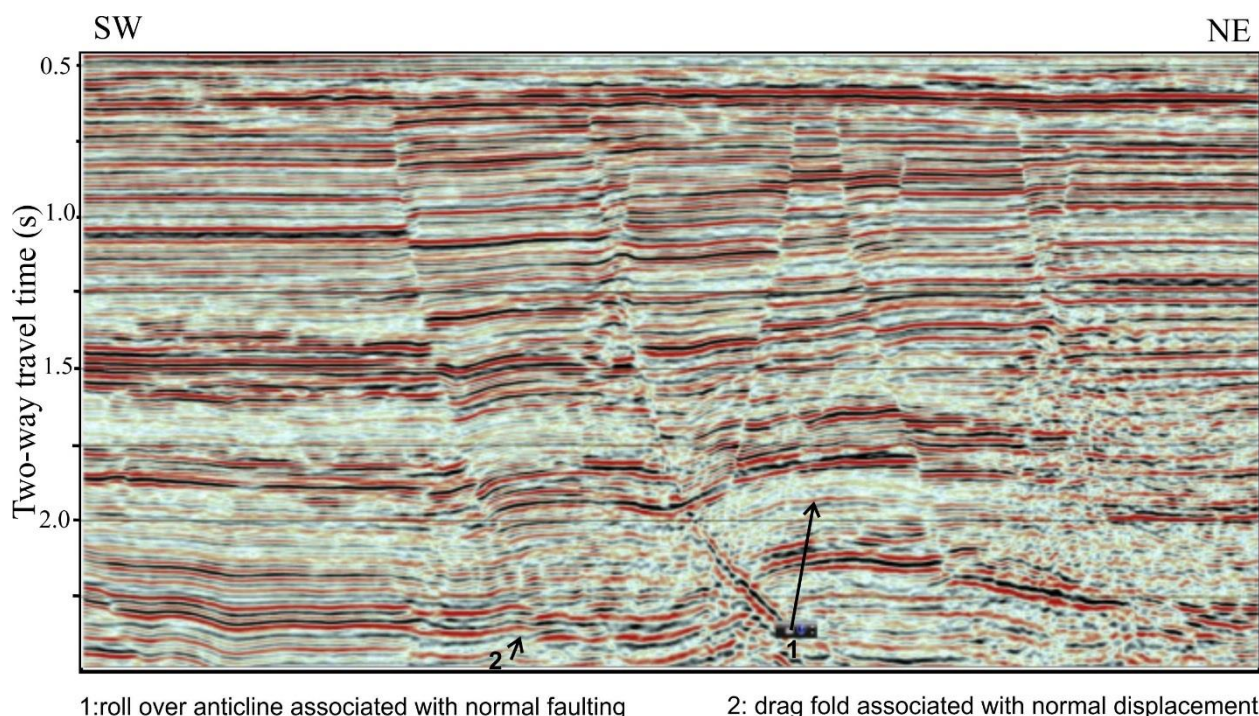


Fig. 8. Seismic line 3 (L3) showing micro-fold in the area (see figure 1 for location)

The detailed analysis of these seismic sections revealed the depth structure of the Agadem block, which is characterized by a graben system controlled by a series of NW-SE and NNW-SSE trending fault. These faults were active at different times and at different locations (Fig. 5). Evidence for synsedimentary deformation observed on seismic profiles is provided by the micro-folds in the sequences and the highly laterally variable sediment distribution created by the extensional faults displacements (Fig. 4). Another structural feature observed in this basin is the presence of tilted blocks controlled by listric faults, with NE-SW trending. According to [9], the basin's structural style in the West African System (WAS) is dominated by large tilted, normally faulted blocks which were active during the Early Cretaceous and Palaeogene. On seismic profiles most of the faults exhibit normal displacements which show that the area was dominated by an extensional tectonic regime (Figs. 5, 6, 7). These normal faults induce thickness variations, associated with displacements attenuation towards the top.

The faults can be divided into two sets based on the time of formation and reactivation. In one hand, the Early Cretaceous NW-SE-trending faults that was reactivated in the Paleogene, these kind of faults are linked to the opening of the South Atlantic [9], and on the other hand, the NNW-SSE-trending normal faults were formed in the Paleogene [9], (Fig. 1).

The evolution of Agadem Block is characterized by a low subsidence rate during the early Cretaceous (Neocomian to Albian), associated to the first episode of rifting, accompanied by fluviatile to lacustrine sedimentation which correspond to the Early Cretaceous sequence K1.

The evolution of the Agadem Block, during the Upper Cretaceous, is characterized by an increase of the subsidence rate, which favors the deposition of Donga, Yogou and Madama formations representing K2 sequence.

The Paleogene series in Agadem Block is dominated by the second phase of extension with NE-SW trending, which resulted in the reactivation of NW-SE trending faults and the formation of NNW-SSE-trending faults. These faults controlled the sedimentary infilling consisting of delta-lacustrine sediments of Paleogene sequence (Sokor-1 and Sokor-2 formation) [9].

A second cycle of rifting started when the African-Arabian Plate collided to Eurasian Plate. This rifting cycle includes the Paleogene syn-rift phase and the Neogene-Quaternary post-rift phase [8]. During this last period of rifting, the area experienced regional uplift [8], followed by post-rift thermal subsidence [29], which is in favor of the deposition of alluvial plain sediments of the Neogene-Quaternary sequence [9].

The detailed analysis of these four seismic sections revealed the depth structure of the Agadem Block. Evidence for synsedimentary deformation observed on seismic profiles is provided by the micro-folds (Fig. 8) in the sequences and the highly laterally variable sediment distribution created by the extensional faults. Another structural feature observed in this basin is the presence of tilted blocks controlled by synthetic and antithetic NE-SW trending listric faults. According to [9], The basin's structural style in the West African System

(WAS) is dominated by large tilted, normally faulted blocks, which were active during the Early Cretaceous and Paleogene. On seismic profiles most of the faults exhibit normal displacement, implying that the Termit basin was affected by an extensional tectonic regime (Fig. 5, 6, 7). These normal faults induce thickness variations, associated with displacements attenuation towards the top.

The Agadem block is an extensional asymmetric syncline graben bounded by NW-SE to NNW-SSE trending faults. These faults can be divided into two sets based on time of formation and/reactivation: the Early Cretaceous NW-SE-trending faults that was reactivated in the Paleogene, and the NNW-SSE-trending faults formed in Paleogene (Fig. 1) [9].

The evolution of Agadem block is characterized by a low subsidence rate during the Early Cretaceous allowing fluvio-lacustrine deposits which correspond to K1 sequence. The first episode of rifting in the Early Cretaceous (Neocomian to Albian) was accompanied by fluvial to lacustrine sedimentation which corresponds to the Early Cretaceous sequence K1.

The evolution of the Agadem block in the Upper Cretaceous is characterized by an increase in the subsidence rate which favored the deposition of Donga, Yogou and Madama formations representing the K2 sequence.

The Paleogene in Agadem Block is characterized by a second phase of extension with NE-SW trending which resulted in the reactivation of NW-SE trending faults and the formation of NNW-SSE trending faults. These faults controlled the sedimentary infilling consisting of deltaic-lacustrine sediments of Paleogene sequence (Sokor-1 and Sokor-2 formation) [9].

A second cycle of rifting started when the African-Arabian Plate collided to the Eurasian Plate. This second rifting cycle consists of a Paleogene syn-rift phase and a Neogene–Quaternary post-rift phase [8]. During this last period, the area experienced regional uplift [8], followed by post-rift thermal subsidence [29], which is in favor for the deposition of alluvial plain deposits of the Neogene–Quaternary sequence [9].

5 CONCLUSION

The tectono-sedimentary analysis of the Termit trough, based on the combined use of well data seismic profiles, allow to reconstruct the sedimentary and structural basin evolution. The analysis of the well logs shows that the sedimentary infilling of Agadem Block with 4000 m in thickness on average, include from bottom to top:

- The Early Cretaceous sequence K1, consisting of continental fluvio-lacustrine sediments;
- The Upper Cretaceous sequence K2, comprising marine sediments (Donga, and Yogou formation) and fluvial to fluvio-deltaic sediments (Madama formation);
- The Paleogene sequence, including the fluvio-deltaic deposits of Sokor-1 and Sokor-2;
- Neogene and Quaternary sequence with alluvial plain deposits

The correlation of the geological logs of the five wells of the Agadem block highlights, on the one hand, lateral variations in the thickness of the layers attributed to the activity of the faults and, on the other hand, identifying the wells with high hydrocarbon potential.

The seismic profiles interpretation reveals that tilted block structures were associated with normal syn-sedimentary listric faults of the Agadem block. The correlation of the seismic data with the geological logs allowed to calibrate chronologically the seismic sequences to the main stratigraphic sequences.

The tectono-sedimentary analysis reveals that the sedimentary infilling is controlled by NW-SE and NNW-SSE trending faults. Thus, based on the structural evolution, two major periods have been distinguished:

- The first period, which was a rifting and subsidence stage, prevailed from the Lower Cretaceous to the Upper Cretaceous. The extension dominantly produced NW-SE trending normal faults.
- The second period was also a rifting and subsidence time that occurred during the Paleogene. The extensional regime reactivated NW-SE faults and generated NNW-SSE trending faults.

REFERENCES

- [1] Zanguina M, Bruneton A, Gonnard R. An introduction to the petroleum potential of Niger. *Journal of Petroleum Geology*. 1998; 21 (1): 83-103.
- [2] Faure H. Reconnaissance géologique des formations sédimentaires post-Paléozoïques du Niger oriental: France. Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Mémoires. 1966; 46: 630.
- [3] Louis P. Contribution géophysique à la connaissance géologique du bassin du lac Tchad. 1970.
- [4] Konaté M, Ahmed Y, Harouna M. Structural evolution of the Téfidet trough (East Air, Niger) in relation with the West African Cretaceous and Paleogene rifting and compression episodes. *Comptes Rendus Geoscience*. 2019; 351 (5): 355-65.
- [5] Ahmed Y, Konaté M, Harouna M. Tectono-magmatic reactivation of Téfidet Cretaceous trough during Cenozoic (Air, Niger). *Bulletin de la Société géologique de France*. 2016; 187 (2): 73-82.
- [6] Pouclet A, AHMED Y, Baubron J-C, Bellon H, Morel A. Age et mise en place du volcanisme cénozoïque dans le graben du Téfidet (système de rift du Niger oriental). *Comptes rendus de l'Académie des sciences Série 2 Sciences de la terre et des planètes*. 1994; 318 (5): 683-90.
- [7] Benkhelil J. Structure et évolution géodynamique du bassin intracontinental de la Bénoué (Nigéria): Nice; 1986.
- [8] Guiraud R, Bosworth W, Thierry J, Delplanque A. Phanerozoic geological evolution of Northern and Central Africa: an overview. *Journal of African Earth Sciences*. 2005; 43 (1-3): 83-143.
- [9] Genik G. Petroleum geology of cretaceous-tertiary rift basins in Niger, Chad, and Central African Republic. *AAPG bulletin*. 1993; 77 (8): 1405-34.
- [10] Genik G. Regional framework, structural and petroleum aspects of rift basins in Niger, Chad and the Central African Republic (CAR). *Tectonophysics*. 1992; 213 (1-2): 169-85.
- [11] Fairhead J. Geophysical controls on sedimentation within the African rift systems. Geological Society, London, Special Publications. 1986; 25 (1): 19-27.
- [12] Binks R, Fairhead J. A plate tectonic setting for Mesozoic rifts of West and Central Africa. *Tectonophysics*. 1992; 213 (1-2): 141-51.
- [13] Petters S, SW P. Stratigraphy of Chad and Iullemmeden basins (West Africa). 1981.
- [14] Petters S. Stratigraphic evolution of the Benue Trough and its implications for the Upper Cretaceous paleogeography of West Africa. *The Journal of Geology*. 1978; 86 (3): 311-22.
- [15] Olade M. Evolution of Nigeria's Benue Trough (Aulacogen): a tectonic model. *Geological magazine*. 1975; 112 (6): 575-83.
- [16] Burke K. The Chad Basin: an active intra-continental basin. *Developments in Geotectonics*. 12: Elsevier; 1976. p. 197-206.
- [17] Burke K, Dessauvage T, Whiteman A. Geological history of the Benue Valley and adjacent areas. *African geology*. 1972; 1 (8): 7-2.
- [18] Bosworth W. Mesozoic and early Tertiary rift tectonics in East Africa. *Tectonophysics*. 1992; 209 (1-4): 115-37.
- [19] Schull TJ. Rift basins of interior Sudan: petroleum exploration and discovery. *AAPG bulletin*. 1988; 72 (10): 1128-42.
- [20] Liu B, Pan X, Wan L, Mao F-j, Liu J-g, Lü M, et al. Polyphase rift evolution of the Termit Basin, Eastern Niger: Constraints from structural and sedimentary records. *Geoscience*. 2012; 26 (2): 317-25.
- [21] LIU B, PAN X. Structural evolution and main controlling factors of the Paleogene hydrocarbon accumulation in Termit Basin, eastern Niger. *Acta Petrolei Sinica*. 2012; 33 (3): 394.
- [22] Haq BU, Hardenbol J, Vail PR. Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science*. 1987; 235 (4793): 1156-67.
- [23] Ge T, Zhihua S, Junqing S, Xinping T. Study of Cretaceous sequential stratigraphy and sedimentary system in Termit Basin of West Africa. *China Petroleum Exploration*. 2015; 20 (4): 81-8.
- [24] Fu J, Sun Z, Liu K. The study on sequence stratigraphy and sedimentary systems of Paleogene in Agadem Block, Niger. *Earth Science Frontiers*. 2012; 19 (1): 58-67.
- [25] Fitton J. THE BENUETROUGH AND CAMEROONLINE-A MIGRATING RIFT SYSTEM IN WEST AFRICA. *Earth and Planetary Science Letters*. 1980; 51: 132-8.
- [26] Wan L, Liu J, Mao F, Lv M, Liu B. The petroleum geochemistry of the Termit Basin, Eastern Niger. *Marine and Petroleum Geology*. 2014; 51: 167-83.
- [27] Liu B, editor Structural Evolution and Main Controlling Factors of Paleogene Hydrocarbon Accumulation in Termit basin, Eastern Niger. European Regional Conference and Exhibition; 2012.
- [28] Liu B, Wan L, Mao F, Liu J, Lü M, Wang Y. Hydrocarbon potential of Upper Cretaceous marine source rocks in the Termit Basin, Niger. *Journal of Petroleum Geology*. 2015; 38 (2): 157-75.
- [29] Fairhead J, Green C, Masterton S, Guiraud R. The role that plate tectonics, inferred stress changes and stratigraphic unconformities have on the evolution of the West and Central African Rift System and the Atlantic continental margins. *Tectonophysics*. 2013; 594: 118-27.
- [30] Harouna M, Philp R. Potential petroleum source rocks in the Termit Basin, Niger. *Journal of Petroleum Geology*. 2012; 35 (2): 165-85.

Caractérisation de la production fruitière de *Piliostigma Reticulatum* par types de sols et par types d'utilisation des terres à Yilou, Zone Nord-Soudanienne du Burkina Faso

[Characterization of *Piliostigma Reticulatum* fruit production by types of soil and by types of land use in Yilou, North-Sudanian Zone of Burkina Faso]

Jean Paul Bazongo^{1,2}, Madjelia Cangré Ebou Dao¹, Der Some², and Edmond Hien²

¹Centre National de Recherche Scientifique et Technologique, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (CNRST, INERA), 03 BP 7047 Ouagadougou 03, Burkina Faso

²Université Joseph KI-ZERBO, UFR Sciences de la Vie et de la Terre, Ouagadougou, Burkina Faso

Copyright © 2023 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 management of non-timber forest products (NTFPs) has always been at the heart of rural populations' concerns. In Burkina Faso, many species are of paramount interest within NTFPs, among them, *Piliostigma reticulatum* occupies a prominent place thanks to its multiple ecosystem uses. This study aims to estimate and characterize fruit production according to the different types of soil and land use according to a toposequence gradient in Yilou. The collection of fruit samples was spread over two years and was carried out in the plots in the fields and fallows. The analyses revealed that the average fruit production is a function of soil types with 27.5 ± 0.6 kg on hydromorphic soils compared to 4.02 ± 0.9 kg on medium-deep leached tropical ferruginous soils. The analyses revealed that the average fruit. Then, according to the land use types, the studies indicate that the average fruit production in the fields is significantly higher than that of fallow land with respectively 8.7 ± 1.5 kg/tree and 4.4 ± 0.4 kg/tree. These results show that average fruit production remains dependent on soil types and land use types.

KEYWORDS: *Piliostigma reticulatum*, fruit production, soil types, land use types, Yilou.

RESUME: La gestion des produits forestiers non ligneux (PFNL) a toujours été au cœur des préoccupations des populations rurales. Au Burkina Faso, de nombreuses espèces présentent un intérêt capital au sein des PFNL, parmi celles-ci, *Piliostigma reticulatum* occupe une place de choix grâce à ses multiples usages écosystémiques. Cette étude vise à estimer et caractériser les productions fruitières selon les différents types de sols et d'utilisation des terres suivant un gradient de toposéquence à Yilou. La collecte des échantillons de fruits s'est étalée sur deux ans et a été réalisée dans les placeaux dans les champs et les jachères. Les analyses ont révélé que la production fruitière moyenne est fonction des types de sols avec $27,5 \pm 0,6$ kg sur les sols hydromorphes contre $4,02 \pm 0,9$ kg sur les sols ferrugineux lessivés tropicaux indurés moyennement profond. Ensuite, selon les types d'utilisation des terres. Les études indiquent que les productions moyennes fruitières dans les champs sont nettement supérieures à celles des jachères avec respectivement $8,7 \pm 1,5$ kg/arbre et $4,4 \pm 0,4$ kg/arbre. Ces résultats montrent que la production fruitière moyenne reste tributaire des types de sols et des types d'utilisation des terres.

MOTS-CLEFS: *Piliostigma reticulatum*, production fruitière, types de sols, types d'utilisation des terres, Yilou.

1 INTRODUCTION

Au Burkina Faso, les espèces végétales ont leurs produits et sous-produits (feuilles, fleurs, racines, écorces, sèves, fruits, graines) qui sont vendus sur les marchés locaux par les hommes et les femmes pour améliorer leurs revenus monétaires et subvenir à leurs différents besoins quotidiens. Ces produits et sous-produits issus des espèces prennent de plus en plus de la valeur économique qu'il faut promouvoir auprès des populations concernées dans le cadre de la lutte contre la pauvreté et la malnutrition. C'est le cas de *P. reticulatum*, une espèce végétale à usages multiples surexploitée par les populations des zones nord-soudanienne du Burkina Faso [16]. Les fruits de cette espèce sont particulièrement collectés et transformés sous forme de farine pour servir de compléments d'aliments de bétail en saison sèche au moment où le fourrage herbacé est rare [5]. En plus d'être une espèce à fruits fourragers, les feuilles de cette espèce sont utilisées dans la fertilisation des sols [17]. De plus les feuilles et les fruits se retrouvent sur les marchés participant ainsi à la diversification des revenus des populations. Or de nos jours peu d'études ont été réalisées pour évaluer le potentiel de production en termes de rendement bruts de cette espèce. C'est le cas également, en ce qui concerne la caractérisation morphologique dans le souci d'avoir des fruits et des feuilles de grandes dimensions, avec un poids intéressant et moins parasités sur les marchés. En effet, il est important de caractériser les productions fruitières des espèces végétales sauvages telles que le *P. reticulatum* afin de reconnaître les meilleures caractéristiques selon les besoins des utilisateurs et pour des futurs programmes de domestication. Plusieurs auteurs ont mené des travaux sur la caractérisation des fruits de certaines espèces végétales de la sous-région ouest africaine. C'est le cas des études sur *Jatropha curcas* réalisées au Bénin sur la caractérisation de ses fruits dans dix districts phytogéographiques et qui a permis la sélection de variétés basée sur les caractéristiques morphologiques tels que la dimension et le poids des fruits [13]. De même, les travaux de [11] au Mali sur les fruits de *Detarium microcarpum* et de [3] au Burkina Faso sur les fruits de *Sclerocarya birrea* ont prouvé qu'il existe une variabilité de traits morphologiques des fruits au sein des individus d'une même population et entre ceux des populations différentes. Ces différents travaux de recherche susmentionnés ont plus abordé l'aspect production fruitière des espèces et la variabilité des caractères morphologiques des fruits en relation avec les types d'utilisation des terres et de sol. A notre connaissance, jusqu'à ce jour, il n'y a peu d'études concernant spécifiquement la production fruitière de *P. reticulatum* en lien avec les paramètres pédologiques au Burkina Faso. Il est donc nécessaire d'entreprendre cette étude pour caractériser les productions fruitières et les fruits dans différents types de sol et d'utilisation des terres. Plus spécifiquement: (i) caractériser les paramètres physico-chimiques des sols selon un gradient de toposéquence; (ii) caractériser la production fruitière de *P. reticulatum* en fonction des sols et des types d'utilisation des terres (TUT's); (iii) déterminer de possibles corrélations entre les paramètres physico-chimiques des sols, des TUT's et la production fruitière.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODE

2.1 SITE D'ÉTUDE

La zone d'étude est le village de Yilou dans la commune de Guibaré, province du Bam, région du Centre-nord (Figure 1). Le choix s'est opéré en tenant compte des études déjà faites dans la zone, du projet dans lequel nous travaillons, de l'intérêt qu'a la population de la zone pour *P. reticulatum* et de la menace qui pèse sur l'espèce dans la zone. Il est situé à 75 km de Ouagadougou. Le village se situe dans le domaine soudano-sahélien du Burkina Faso entre les isohyètes 600 et 900 mm avec une pluviométrie irrégulière. Yilou est traversé par le Nakambé, cours d'eau à régime non pérenne. Les sols sont de façon générale marginalement aptes aux cultures céréalières. Le couvert végétal de la zone d'étude se compose en général de savane arbustive claire avec la présence d'une strate herbacée. Une végétation arborée existe par endroit dans des zones protégées ainsi que des forêts galeries le long des cours d'eau. Le relief de la zone d'étude est caractérisé de façon générale par des pénéplaines aux pentes douces (300 à 400 m d'altitude) avec par moment des collines cuirassées [8]. Elle est parsemée de jachères et de parcs agroforestiers [4].

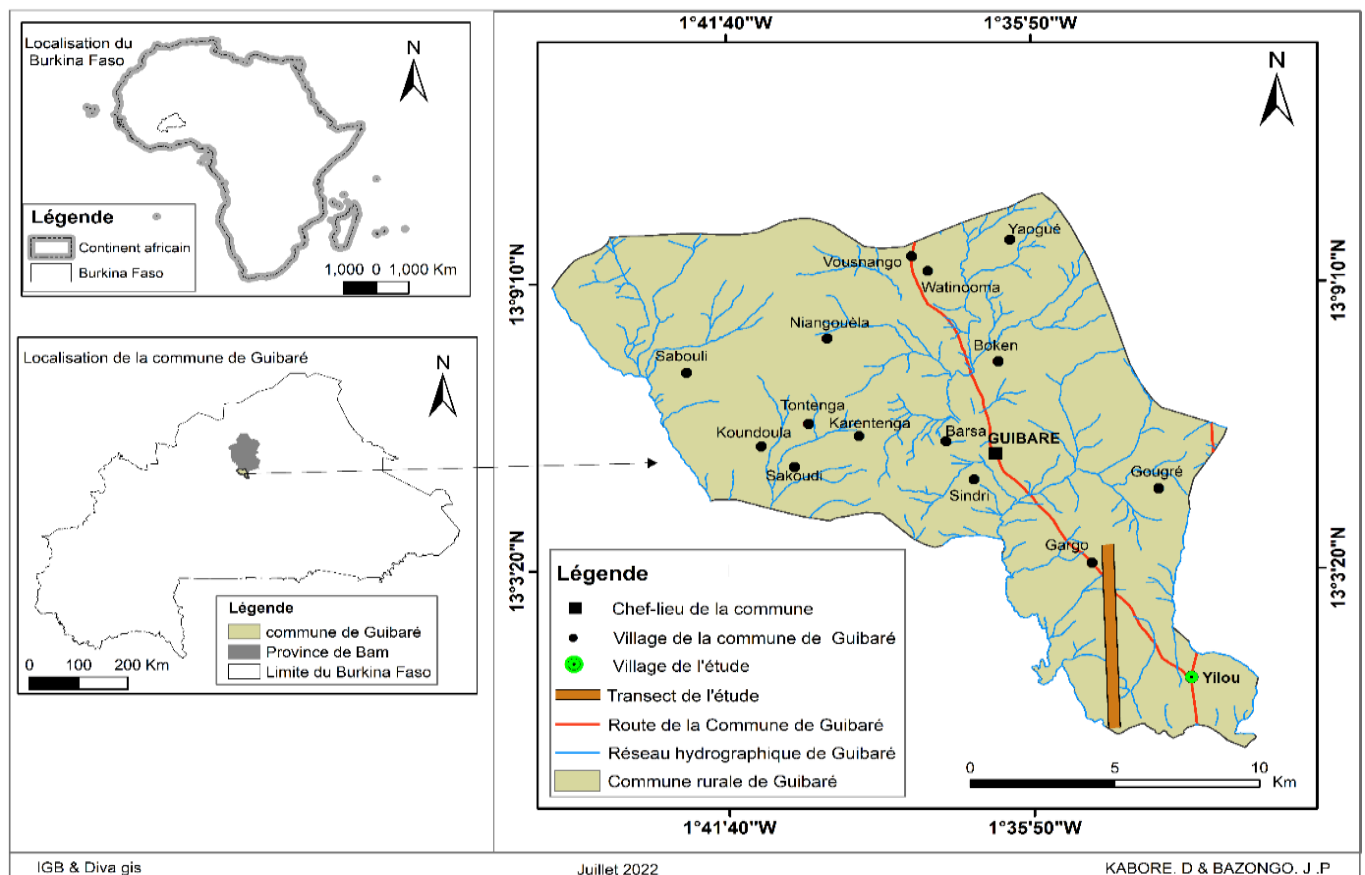


Fig. 1. Carte de localisation du site d'étude

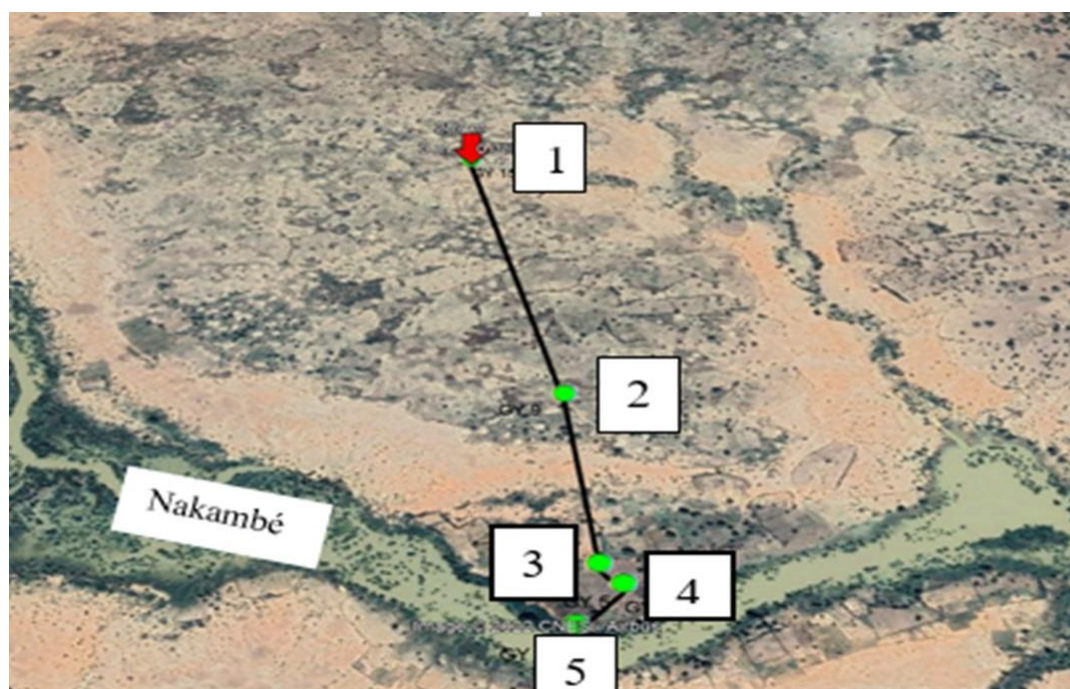
2.2 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal porte sur *P. reticulatum* présent dans les parcs agroforestiers et les formations naturelles. Les parcs sont détenus par des propriétaires autochtones ou non qui cultivent en général des cultures céréalières et maraichères sous les Piliostigma. Ces producteurs pratiquent l'agriculture sur brûlis et itinérante. Les superficies des champs varient d'un propriétaire à l'autre, elles atteignent en moyenne de cinq hectares par producteur. Quant aux jachères, elles se résument à maintenir inutilisée pendant une certaine période une surface agricole pour lui permettre de reconstituer ses réserves en eau et sa capacité de production. Ce type d'utilisation de terre est rencontré à Yilou avec une ancienneté de trois à sept ans

2.3 MÉTHODES

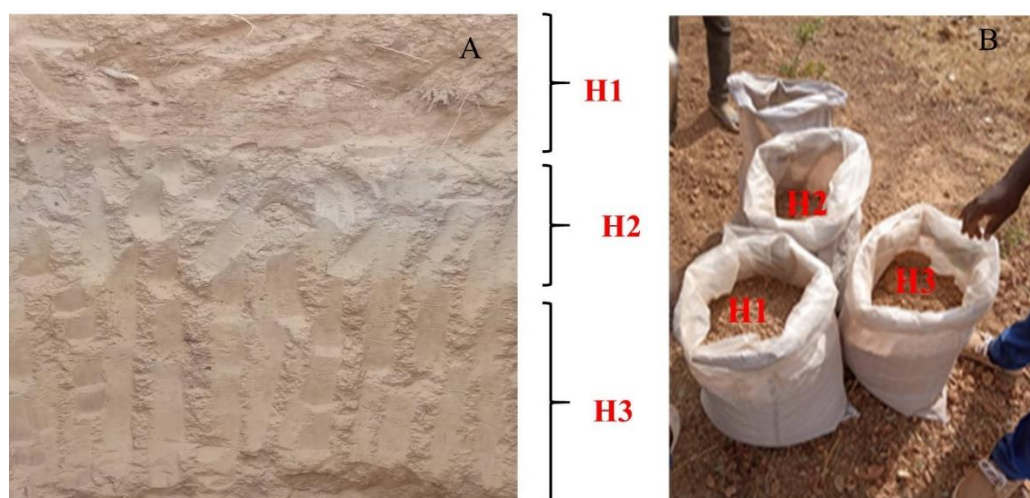
2.3.1 METHODE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS SUIVANT UN TRANSECT DE TOPOSEQUENCE

Nous avons échantillonné la présence de peuplement de *Piliostigma reticulatum* dans les champs et les jachères en tenant compte des sols rencontrés suivant un transect allant du haut de pente au basfond du fleuve Nakambé dans la localité de Yilou (Figure 2). Les sols dans les haut, moyen, bas de pente et basfond contenant les pieds de Piliostigma ont fait l'objet de sondage pédologique. Des profils pédologiques ont été réalisés à cet effet. Les types d'utilisation des terres ont été également répertoriés sur le transect. Au total sur un transect de 7km nous avons implanté 20 fosses pédologiques et rencontré cinq champs et jachères (Figure 3).



1 = haut de pente, 2=Moyenne pente, 3=bas de pente, 4=5=basfond

Fig. 2. Transect à Yilou



H1= Premier horizon, H2= Deuxième horizon, H3= Troisième horizon

Fig. 3. Profil pédologique (A) et échantillons de sols prélevés (B)

2.3.2 METHODE D'ECHANTILLONNAGE DES TYPES D'UTILISATION DES TERRES SUIVANT UN TRANSECT DE TOPOSEQUENCE

Elle a consisté à relever le long du transect, les coordonnées géographiques et les altitudes de différents points. Ces points sont choisis en fonction des limites des unités pédologiques. En effet, nous avons parcouru du début de la butte jusqu'au début d'un champ ou d'une jachère, ainsi de suite jusqu'au basfond afin de déterminer les types d'utilisation. Les coordonnées de chaque point ont été répertoriés et nous ont permis de calculer la distance entre les relevés, la distance réelle du transect en se servant de la carte topographique existante. Les coordonnées relevées ont servi également à matérialiser l'occupation des terres et les unités pédologiques.

2.3.3 TRAITEMENTS ET ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DES SOLS AU LABORATOIRE

L'analyse des échantillons de sol a concerné les paramètres physique (structure, texture, consistance, densité apparente, granulométrie, constance hydrique, profondeur d'enracinement) et chimique (ph, azote, phosphore, potassium, teneur en matière organique) des sols sous *Piliostigma* sur une profondeur de 0-15 cm du sol. Sur chaque parcelle, trois échantillons élémentaires sont prélevés suivant une diagonale de la parcelle dans l'horizon 0-15. Ils sont mélangés pour former un échantillon composite, soit au total trois échantillons par traitement correspondant aux trois répétitions. Les échantillons ont été ensuite séchés à l'ombre, tamisés à 2 mm et conservés à température ambiante.

2.3.4 COLLECTE DE DONNÉES

La collecte des fruits a été réalisée de novembre à janvier en 2020 et 2021 sur les échantillons de *Piliostigma* sur lesquels nous avons effectué les mesures portant sur la hauteur (m), le diamètre au collet et à 1,30 m, la circonférence des arbres (cm) et par plateau. Sur chaque pied un comptage intégral des fruits matures a été fait après récolte totale. Ces gousses ont été séchées à l'air libre pendant trois jours et le poids total estimé par arbre sur le terrain. Un échantillon de 20 gousses a ensuite été prélevé et ramené au laboratoire pour des mesures de longueur et de largeur par gousse, le poids d'une gousse et d'une graine et le comptage du nombre de graines par gousse ont été réalisés.

2.4 ANALYSES DE DONNÉES

Les données collectées ont été saisies avec le logiciel Excel. Pour caractériser la production fruitière en fonction des sols et des types d'utilisation des terres nous avons appliqué le test d'analyse de la variance (ANOVA) en passant par la méthode du modèle linéaire sur les données de poids et de nombre de graines. Pour le nombre de fruits par arbre nous avons eu recours au test d'analyse de variance de la famille de poisson puisque ce sont des données de comptage et donc les hypothèses du test d'ANOVA classique ne sont pas respectées. Pour ces deux approches lorsque les tests étaient significatifs au seuil de 5%, un test post hoc de comparaison de Tukey est appliqué afin de voir les différents groupes qui étaient significatifs. Nous avons également établi des corrélations entre les caractéristiques des fruits à l'aide de la matrice de corrélation de Pearson. Il en a été de même pour les paramètres dendrométriques de l'arbre et la production fruitière. Cette production a également été observée suivant les classes de diamètre et de hauteur en fonction du type de sols et d'utilisation des terres.

3 RÉSULTATS

3.1 CARACTERISATION DES SOLS DU TRANSECT SUIVANT LA TOPOSEQUENCE

Les sols ont été classés selon la classification CPCS (Commission Pédologique de Classification des Sols). Cela nous a permis d'identifier cinq unités pédologiques qui sont les FLIPP (sols Ferrugineux Lessivés tropicaux Indurés Peu Profonds), les FLTC (sols Ferrugineux Lessivés tropicaux à Taches et à Concrétions), les FLIMP (sols Ferrugineux Lessivés tropicaux Indurés Moyennement Profonds), les sols BEHV/F (sols Bruns Eutrophes à Hydromorphie Vertiques à facies Ferruginisés) et les sols hydromorphes (Tableau 1).

Tableau 1. Paramètres physico-chimiques de sols

	FLIPP	FLIMP	FLTC	BEHV/F	Hydromorphes
	LS	LS	LS	LAS	LAS
Texture					
Argile %	21,3	17,65	11,76	27,45	23,01
Limons totaux %	22,6	21,57	29,42	23,53	41,01
Sables totaux %	53,5	60,78	58,82	49,02	35,98
Carbone et matière organique					
Matière organique totale %	0,731	1,362	0,802	1,584	3,12
Carbone total %	0,523	0,79	0,465	0,919	0,96
Azote total %	0,056	0,07	0,047	0,082	1,81
C/N	11	11	10	11	11
Fer					
Fer en ppm	1423	1338	1188	1033	968
Phosphore					
Phosphore assimilable en ppm	1,3	2,16	1,36	4,65	6,24
Phosphore total en ppm	621	726	782	615	812
Potassium					
Potassium total en ppm	1118	1198	879	1358	1445
Potassium disponible en ppm	18,23	14,71	19,82	9,91	97,3
Bases échangeables meq./100g					
Calcium (Ca ++)	1,42	1,86	1,11	1,65	1,82
Magnesium (Mg ++)	0,83	0,79	0,65	0,9	0,95
Potassium (Kk+)	0,36	0,41	0,34	1,22	1,75
Sodium (Na ++)	0,07	0,09	0,14	0,38	0,75
Somme des bases	4	3,15	2,24	4,15	5,51
Capacité d'échange (t)	5	3,88	3,58	5,3	8,37
Taux de saturation s/t %	70	81	63	78	66
Réaction du sol					
pH eau (p/v: 1/2,5)	6,1	7,72	6,68	7,65	6,03

NB: LS: limono-sablonneux, LAS: Limono-argilo-sableux.

FLIPP (sols Ferrugineux Lessivés tropicaux Indurés Peu Profonds), les FLTC (sols Ferrugineux Lessivés tropicaux à Taches et à Concrétions), les FLIMP (sols Ferrugineux Lessivés tropicaux Indurés Moyennement Profonds), les sols BEHV/F (sols Bruns Eutrophes à Hydromorphie Vertiques à facies Ferruginisés)

3.2 DETERMINATION DE LA PRODUCTION FRUITIERE SELON LES TYPES DE SOLS

Les analyses ont montré que la production fruitière diffère significativement en fonction des types de sols ($p = 0,00019$) et des types d'utilisation des terres ($p = 0,00012$). En effet la production moyenne des fruits sur les sols hydromorphes a été de $27,5 \pm 6,6$ kg par contre celle des FLIMP a été la plus basse avec $4,02 \pm 4,9$ kg. Le résultat de l'analyse de variance suivie du test de comparaison par paire de Tukey a montré que la production fruitière au niveau des sols hydromorphes diffère de celle des autres types de sols (Tableau 2).

Tableau 2. Production fruitière moyenne de *P. reticulatum* selon les types de sols

Sols	Poids total moyen des fruits (Kg)	Nombre moyen de fruits	Significativité
	Moyenne-Ecart type	Moyenne-Ecart type	
FLIPP	5,7 ± 6,5	268,5 ± 309,6	A
FLIMP	4,02 ± 4,9	204,6 ± 248,3	A
BHV/F	6,04 ± 6,0	298,6 ± 296,8	A
FLTC	8,7 ± 9,8	439,9 ± 498,3	A
HYDRO	25,7 ± 6,6	1125,3 ± 291,8	B

NB: Dans une même colonne, les valeurs affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de comparaison de Tukey au seuil de probabilité de 5%.

3.3 DETERMINATION DE LA PRODUCTION FRUITIERE SELON LES TUT'S

Au niveau des TUT's, la production moyenne des fruits en champs a été la plus élevée $8,7 \pm 2,5$ kg tandis que celle moyenne en jachère a été estimée à $4,4 \pm 0,4$ kg. Le résultat de l'analyse de variance suivie du test de comparaison par paire de Tukey a montré que la production fruitière une différence significative entre la production fruitière dans les champs et celle des jachères (Tableau 3).

Tableau 3. Production fruitière moyenne de *P. reticulatum* selon les TUT's

TUT's	Poids total moyen des fruits (Kg)	Nombre moyen de fruits	Significativité
	Moyenne-Ecart type	Moyenne-Ecart type	
Champs	8,4 ± 8,5	448,4 ± 412,4	B
Jachères	3,7 ± 4,4	199,9 ± 244,8	A

NB: Dans une même colonne, les valeurs affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de comparaison de Tukey au seuil de probabilité de 5%.

3.4 CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES ET CORRELATIONS ENTRE LES PARAMETRES DE LA GOUSSE SELON LES TYPES DE SOLS

3.4.1 CARACTÉRISTIQUES MORPHOLOGIQUES DES GOUSSES

Les analyses indiquent qu'il existe une différence significative de longueur moyenne ($p = 0,0024$), de largeur moyenne ($p < 0,01$), du nombre moyen de graines par gousse ($p = 0,002$) et du poids moyen par gousse ($p = 0,0025$) en fonction des types de sols (Figure 6). En effet la longueur moyenne des fruits sur les sols hydromorphes a été estimée à $17,8 \pm 3,1$ cm soit la valeur la plus élevée et celle des FLIPP avec $15,7 \pm 4,5$ cm soit la valeur la plus faible. Concernant la largeur moyenne, les sols hydromorphes ont eu une valeur plus élevée estimée à $5,03 \pm 0,6$ cm et les FLIMP ont eu la plus faible valeur de $3,9 \pm 0,5$ cm. Les résultats précisent également que le nombre de graines varie de façon significative en fonction des types de sol ($p = 0,0025$). Ainsi les gousses de *Piliostigma* sur les sols hydromorphes ont produit en moyenne $53,5 \pm 8,9$ graines/gousse soit la valeur la plus élevée contrairement à celles des FLIPP avec $35,6 \pm 13,7$ graines/gousse.

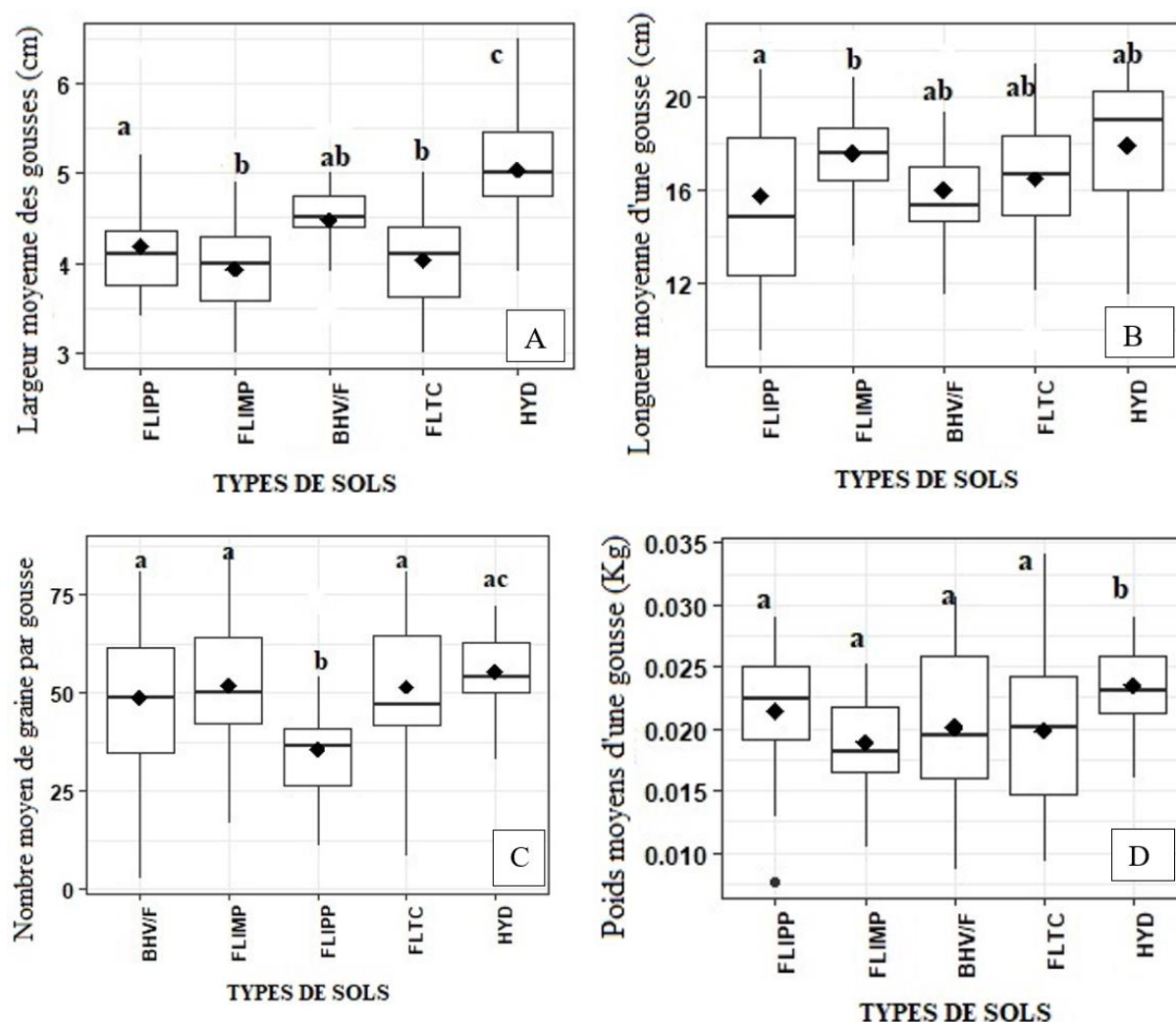


Fig. 4. Test de comparaison de moyennes de Tukey de la largeur (A), longueur (B), nombre de graines (C) et du poids (D) d'une gousse au seuil de 5% selon les types de sols

3.4.2 CORRELATIONS ENTRE LES PARAMETRES DE LA GOUSSE SELON LES TYPES DE SOLS

A partir de nos données, nous avons réalisé une matrice de corrélation entre les différents paramètres. Nous avons obtenu des corrélations positives entre la longueur moyenne des gousses et le poids moyen des gousses. Nous avons également une corrélation entre le nombre de graines/gousse et le poids moyen des gousses (tableau 4).

Tableau 4. Corrélation entre les paramètres morphologiques de la gousse

	Longueur	Largeur	Poids des gousses	Nombre de graines	Poids des graines
Longueur	-	0,14	0,46	0,25	0,31
Largeur	0,14	-	0,38	0,10	0,30
Poids des gousses	0,46	0,38	-	0,24	0,41
Nombre de graine	0,25	0,10	0,24	-	0,54
Poids des graines	0,31	0,30	0,41	0,54	-

Les résultats montrent qu'il n'y a pas d'effet combiné entre les types de sols, les types d'utilisation des terres et la production fruitière. Cela signifie également qu'aucun impact n'existe entre ces variables car la plus-value est estimée à 0,58 ce qui est largement supérieure au seuil de 0,005.

4 DISCUSSION

4.1 DETERMINATION DES SOLS SELON UN GRADIENT DE TOPOSEQUENCE

Les résultats ont montré qu'il existe cinq types de sols selon le gradient de toposéquence qui sont: FLIPP, FLIMP, les BEHF/F, les FLTC et les sols hydromorphes. Ainsi la différence se situe principalement au niveau des caractéristiques physiques et chimiques. Les résultats montrent que pH est légèrement alcalin aux FLIMP, aux brunifiés, il devient faiblement acide à neutre aux FLIPP et FLTC, il chute à moyennement neutre aux hydromorphes. Ce pH influe inéluctablement sur le développement de la plante. Ces résultats corroborent avec ceux de [10] qui ont montré que la profondeur et la composition chimique du sol le long de la toposéquence varient selon un gradient et sont à l'origine de la mise en place de différents types de sols.

4.2 CARACTERISATION DE LA PRODUCTION FRUITIERE SELON LES TYPES DE SOLS ET LES TUT'S

Les résultats indiquent que les sols hydromorphes ont la production moyenne la plus élevée avec $27,5 \pm 6,6$ kg par contre celle des FLIMP a été la plus basse avec $4,02 \pm 4,9$ kg. Ce résultat indique qu'il y a une variabilité de production au sein des FLIMP. Cela pourrait s'expliquer par les valeurs intrinsèques des potentialités édaphiques. En effet se situant dans les basfonds, les sols hydromorphes bénéficient d'une nappe phréatique peu profonde et accueillent les sédiments issus des hauts de pente, ces sols sont alors bien fournis en limon (41,01%), types de sols le long de la toposéquence. Des résultats similaires ont été obtenus par [6] qui ont montré que la fertilité des sols diminue en fonction de gradient de la topographie.

Par ailleurs, en ce qui concerne les caractéristiques morphologiques, les sols hydromorphes présentent des pieds de *P. reticulatum* nantis de longueurs et de largeurs moyennes de gousses les plus élevées avec respectivement $17,8 \pm 3,1$ cm et $5,03 \pm 0,6$ cm. Cependant les types de sol impactent sur la production fruitière de *P. reticulatum*. Des études antérieures menées par [1] qui avaient montré que le type de sol est d'une importance capitale dans la production fruitière chez de nombreuses espèces végétales. En effet selon les analyses effectuées par le BUNASOL (2022), les FLIMP ont un faible taux de phosphore disponible ce qui expliquerait leur faible rendement fruitier. Nos travaux sont également confirmés par ceux de [14] qui explique que les activités biologiques en sols brunifiés sont faibles et donc cela joue sur la fertilité du sol qui sera pauvre en élément nutritif pour nourrir l'arbre. Les sols hydromorphes ont un taux de saturation très élevé (78%), appartiennent à la classe des sols à fertilité moyenne.

Au niveau des TUT's, la production moyenne des fruits en champs a été la plus élevée avec $8,7 \pm 8,3$ kg tandis que celle moyenne en jachère a été faible estimée à $4,7 \pm 4,1$ kg. Ce qui signifie que les jachères produisent moins par rapport aux champs quelque soit le type de sol. Dans les champs, les paysans, soucieux de l'amendement de leur sol appauvri, apportent non seulement de l'engrais organiques que des engrais chimiques sans oublier l'utilisation des cordons pierreux, toute chose qui profite aux pieds de *P. reticulatum* qui en tirent des ressources nutritives. Les types d'utilisations des sols sont d'une importance capitale dans la production fruitière chez les espèces végétales et influencent significativement la production fruitière [7]. Cependant des résultats contraires ont été trouvés sur d'autres espèces comme *Vitellaria paradoxa* dont les plantules sont permanemment coupées lors du défrichage parce qu'elles feront de l'ombre aux futures cultures dans les champs d'où la production relativement faible comparativement aux jachères où elles s'épanouissent [9]. La production élevée de *P. reticulatum* dans les champs s'explique également par l'utilisation de fumier dans les champs, en plus de cela de l'engrais chimique qui constitue un apport considérable en phosphore qui est un élément essentiel dans la constitution des plantes. L'apport en phosphore dans les champs pourrait doper le rendement de l'espèce. De plus *Piliostigma* est une espèce protégée dans les champs par les agriculteurs de la zone qui la protègent et qui interdisent de la couper compte tenu des bienfaits qu'elle leur offre. Nos travaux sont en concordance avec ceux de [1] qui ont relevé que le rendement moyen en noix de *V. paradoxa* situés dans les parcs agroforestiers du Burkina Faso était statistiquement plus élevé que celui des arbres situés dans les forêts naturelles. Les travaux de [12] viennent également en appui à nos travaux puisqu'elle a réussi à démontrer que les types d'utilisation des terres avaient un impact sur la production fruitière chez *Diospyros mespiliformis* et *Gardenia erubescens* au Burkina Faso.

4.3 CORRELATION ENTRE LES PARAMETRES MORPHOLOGIQUES DE LA GOUSSE

La matrice de corrélation réalisée entre ces différents paramètres a indiqué qu'il existe des corrélations positives entre la longueur des gousses et les poids des gousses d'une part. Et d'autre part, elle souligne également l'existence d'une corrélation positive entre le poids des graines et le poids des gousses. Cela signifie que la longueur des gousses affecte le poids de la gousse de *P. reticulatum*. Le poids de la gousse varie de façon hautement significative de la longueur d'une gousse à une autre ($p < 0,0001$). Cette variation morphologique concerne principalement la longueur de la gousse, le nombre de graines par gousse et le poids de la gousse. Les présents résultats rejoignent ceux de [7] qui ont observé une variation de la hauteur totale, de la

hauteur fût, de la longueur du pédoncule, de la longueur de la gousse, du diamètre à hauteur de poitrine, du diamètre cime et du nombre de graines par gousse, entre les pieds de néré des régions de Bohicon, Savè, Parakou, Bembérékè et Kandi. La présente étude a permis de faire ressortir les caractères morphologiques *P. reticulatum*. En effet, cette caractérisation morphologique est très primordiale et son étude revêt un intérêt certain [12]. L'analyse des données morphologiques permet d'identifier et de caractériser ces variations d'une espèce peut s'expliquer par des variations écologiques et génétiques [2]. Les facteurs environnementaux (types de sol, texture et caractéristiques chimiques du sol, drainage, précipitations annuelles, compétition liée à la densité de la végétation) et les facteurs anthropiques (coupes abusives du bois, feux de brousse, émondages, écorçages et pâturage) pourraient expliquer la différence entre ces mensurations des paramètres morphologiques.

5 CONCLUSION

Cette étude a révélé que la toposéquence influe sur les caractéristiques physico-chimiques des sols. C'est ainsi que les principaux sols des FLIPP aux hydromorphes en passant par les FLIMP, BEHV/F et les FLTC ont été répertoriés avec des paramètres physico-chimiques assez variés et diversifiés. C'est ainsi que la granulométrie se présente avec un fort taux de gravier dans les FLIPP laissant une forte proportion de limon au niveau des sols hydromorphes. Le NPK se présente de façon différente d'un sol à un autre sans oublier la somme des bases échangeables et le pH. En plus, cette étude a indiqué qu'il existe une différence significative de la production fruitière en fonction des types de sol et des types d'utilisation des terres. Le poids des gousses et le nombre varient également en fonction des types de sols mais pas en fonction des types de terres. La composition morphologique et chimique des sols contenue dans les sols expliquerait la différence de production fruitière entre les types de sols. Enfin, l'étude a prouvé que le poids de la gousse varie significativement avec de la longueur d'une gousse. La variation morphologique concernée se résume particulièrement à la longueur de la gousse, au nombre de graines par gousse et au poids de la gousse. Cependant il faudrait mener des études complémentaires afin de déterminer d'autres paramètres influençant la production fruitière de *P. reticulatum*.

REFERENCES

- [1] Allal F., 2020. Patrons de variabilité chez *Vitellaria paradoxa* (karité): Etude phylogéographique et analyse combinée de la variation des acides gras, des topophérols et de gènes candidats. 328 p.
- [2] Assogbadjo A.E., Amadji G., Glèlè Kakai R., Sinsin B., Mama A., Van Damme P., 2009. Evaluation écologique et ethnobotanique de *Jathropa curcas* L. au Bénin.
- [3] Bationo-Kando P., Bisseye C., Nanema K.R., Traoré R. E., Yé H., Diallo O. B., Compaoré R. T., Simporé J., Zongo J. D., 2012. Genetic diversity of *Sclerocarya birrea* subspecies *birrea* populations in Burkina Faso detected by RAPDs. *African Journal of Biotechnology* Volume 11 (1), pp. 98-108.
- [4] Daboné J. S. E., 2019. Dynamique spatio-temporelle des parcs agroforestiers du transect Kamboinse-Yilou, mémoire de master professionnel en SIG-AGEDD, Université Joseph Ki-Zerbo, 113p.
- [5] Dao, M.C.E., 2012. Biologie et écologie de la reproduction sexuée d'une Caesalpinioideae (Leguminosae): *Piliostigma reticulatum* (D.C.) Hochst. Thèse de Doctorat. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 127 pages.
- [6] Diallo S., Diallo M.D., Nacro H.B., Traoré S. A., N'Diaye A., 2017. Facteurs édaphiques et dynamique des terres agricoles dans le bassin arachidier de la région de Thiès (Sénégal): efficacité des stratégies d'adaptation des populations. *International Journal of Innovation and Applied Studies*. Volume 22 No 1, pp. 12-28.
- [7] Gbédji E. 2003. Caractérisation morphologique et structurale des parcs à néré au Bénin. Thèse d'ingénieur agronome. Université d'Abomey-Calavi, Bénin. 158 pages.
- [8] INSD: Institut National de la Statistique et de la Démographie, Burkina Faso, 2009. Annuaire statistique.
- [9] Kaboré A., Traoré S., Bastide B., Boussim I. J., 2014. Dynamique du karité, *Vitellaria paradoxa*, dans les systèmes agraires du Burkina Faso. *Bois et Forêts des Tropiques* 313 (313): 47-59.
- [10] Koné B., Assa A., 2009. Utilisation des données pour l'évaluation de l'hétérogénéité des sols ferrallitiques par la couleur selon le code Munsell. *Agronomie Africaine* 20 (2): 179-190.
- [11] Kouyaté M.A., Van Damme P., 2002. Caractères morphologiques de *Detarium microcarpum* Guill. et Perr. Au sud du Mali. *Fruits*, volume 57, p.231-238.
- [12] Ouédraogo Z.M., 2014. Effets de la couverture du sol à base de *Piliostigma reticulatum* (DC) Hoscht sur l'association sorgho-niébé dans le village de Yilou, Province du Bam. Mémoire de Master, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso.
- [13] Ouédraogo A., 1999. Biomorphologie des rôniers (*Borassus* L.) du Burkina Faso. Mémoire de DEA, Université de Ouagadougou, 69 pages.

- [14] Padonou E.A., Kassa B., Assogbadjo A.E., Fadohan B., Chakeredza S., Glèlè Kakaï R., Sinsin B., 2014. Natural variation in fruit characteristics and seed germination of *Jathropha curcas* in Benin, West Africa. *The journal of Horticultural Science and Biotechnology* 89 (1), 69-73.
- [15] Ratsoavina M. F., 2009. Etude éco-biologique des uroplates et implication des analyses phyllogénétiques dans leur systématiques. Mémoire de master. Ouédraogo K., 2021. Ecologie et services écosystemiques de *Diospyros mespiliformis* hochst. Ex a. Rich et de *Gardenia erubescens* srappf & hutch. Suivant un gradient climatique au Burkina Faso (Afrique de l'ouest).
- [16] Yélémou B., 2010. Biologie et écologie des espèces du genre *Piliostigma* et leur contribution à la dynamique de la matière organique des sols en zone sahélosoudanienne au Burkina Faso. Thèse de Doctorat, Université de Ouagadougou (Burkina Faso).
- [17] Yélémou B., Bationo B., Yaméogo G. & Millogo-Rasolodimby J. 2007. Gestion traditionnelle et usage de *Piliostigma reticulatum* (D.C.) Hochst., dans le plateau central du Burkina Faso. *Bois For. Trop.*, 291, 55-65.
- [18] Yélémou B., Ouédraogo W. L., Yaméogo G., 2018. Effets des semis directs de *Piliostigma reticulatum* sur la régénération de la végétation sur terre dégradée en zone nord soudanienne du Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences* 128: 12964-12972.

Farmers' knowledge on Moringa leaves pests control in Burkina Faso

Kabré Salifou^{1,2}, Dao Madjelia Cangré Ebou¹, and Ouédraogo Lissané¹

¹Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique, Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole (CNRST, INERA),
03 BP 7047 Ouagadougou 03, Burkina Faso

²Université Joseph KI-ZERBO, Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre, Laboratoire d'Entomologie
Fondamentale et Appliquée, 03 BP 7021 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso

Copyright © 2023 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: *Moringa oleifera* leaves production in Burkina Faso is severely affected by insect pests, which considerably reduce the yield. This study aimed to obtain more information on producers' knowledge of Moringa insect pest management. Data were collected using an interview questionnaire from 120 randomly selected Moringa growers in 16 localities of Burkina Faso, from July to October 2021. Data collected included producers' socio-demographic characteristics, area of the fields, production objectives, production constraints, foliar insect pests and control methods. The results showed that 61.67% of Moringa producers are men and the leaves are the most produced with 80% of citation rate. According to 72.50% of producers, Insect pests are the primary constraint to Moringa production. To control these insect pests 67.5% of surveyed affirmed that they use bioinsecticides. *Azadiractica indica*, with a 50.86% citation rate is the plant most commonly used to manage insect pests. The chi2 test showed that the methods of control of foliar insect pests were related to the production objectives (chi2 = 21.02, ddl = 8, p < 0.01). The biplot of the multiple component analysis showed that leaf production goes hand in hand with using bioinsecticides, and the seed producers use synthetic chemicals and bioinsecticides to control insect pests. To improve yields, integrated pest management methods must be developed to promote sustainable production of Moringa leaves in Burkina Faso.

KEYWORDS: *Moringa oleifera*, insect pest, Integrated pest management, bioinsecticides.

1 INTRODUCTION

Moringa oleifera (Lam.) (Moringaceae), commonly known as Moringa, is a woody species native to Asia [1], [2], [3] which is now widespread throughout the world [3]. This shrub can reach 7 to 8 meters high [3] with alternate leaves, tripinnate at the base and bipinnate at the top. The flowers are creamy white. The fruits are in the form of elongated pods with three dehiscent valves [3].

The species has many virtues in medicine, diet, and environment. For example, the leaf is very rich in proteins and minerals and is increasingly used in several projects to fight against malnutrition [4], [5], [6]. According to [7], consumption of 100 g of Moringa fresh leaves can provide between 30 and 100% of the recommended daily value for calcium and 100% of the recommended daily value for vitamins A and C. Moreover, the plant adapted to different environments and reproduces easily by cuttings and seeds [7]. The sale of the various parts of the tree constitutes a source of financial income for the sector actors [8], [9].

In Burkina Faso, *M. oleifera* is cultivated throughout the country by men, women and youth, mostly organized in associations [10]. However, the yields are limited because of insect pest actions such as caterpillars, crickets and grasshoppers [11], [12]. The damage caused is significant [13] causing financial losses for producers [14]. To contribute to the development of this sector, it is imperative to develop effective control methods against these pests. This first requires knowledge of the control methods used by local producers. Very few studies have focused on these local methods of controlling foliar pests of Moringa, so the literature is almost non-existent.

Thus, this study aims to obtain more information on Moringa production and producers' knowledge regarding Moringa pest control. This will promote good pest management and sustainable leaf production for the health of consumers.

1.1 STUDY SITES

The study was conducted in Burkina Faso in 16 localities belonging to 8 administrative regions which are *Centre, Centre-Nord, Centre-Est, Plateau Central, Est, Hauts-Bassins, Nord* and *Sahel* (figure 1). The chosen sites were characterized by a dry tropical climate of the Sudano-Sahelian type with significant rainfall variations [15]. In the north of the country, and the Sahel rainfall is low and temperatures vary between 15° and 45°. In the south, rainfall is more frequent and temperatures are a little lower.

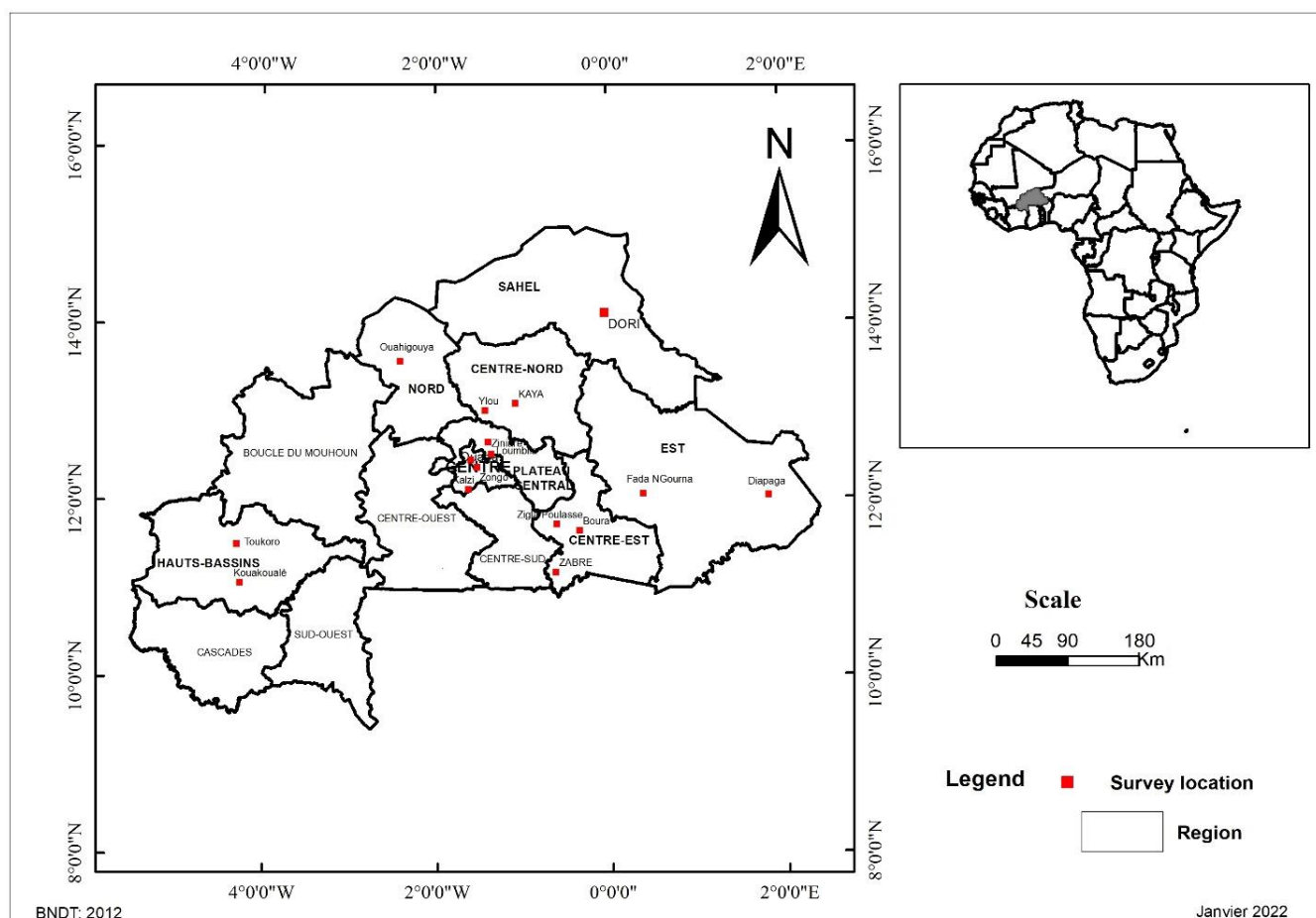


Fig. 1. Study sites

1.2 SAMPLING

An exploratory survey was conducted in July 2020 on thirty (30) Moringa producers. The size of producers to surveyed was determined based on [16] formula which is:

$$N = \frac{P_i (1 - P_i)}{d^2} \mu_{1-\alpha/2}^2$$

Where: N : total number of Moringa farmers to be surveyed (sample); P_i was determined from the survey and represents the proportion of producers who answered yes to the question "Have you ever observed Moringa leaf attacks in your field?"; $\mu_{1-\alpha/2}^2 = 1.96$ represents the value of the normal random variable for a risk α equal to 0.05.

The expected margin of error d for any parameter to be estimated from the survey was 5%. According to this formula, the size of the study was estimated at 120 producers (table 1).

Table 1. Distribution of surveyed

Survey location	Administrative region	Number of surveyed
Zongo	<i>Centre</i>	9
Kalzi		9
Loumbila		9
Ouagadougou		9
Zabré	<i>Centre-Est</i>	9
Zigla		8
Bourra		8
Kaya	<i>Centre-Nord</i>	10
Yilo		18
Diapaga	<i>Est</i>	3
Fada		3
Kouakoualé	<i>Hauts-Bassins</i>	6
Toukoro		6
Ouahigouya	<i>Nord</i>	4
Ziniaré	<i>Plateau Central</i>	7
Dori	<i>Sahel</i>	2
Total		120

1.3 DATA COLLECTION AND PROCESSING

A semi-structured questionnaire was used for individual interviews. The data collected were the socio-demographic characteristics of producers, the field characteristics, the production objective, the production constraints, the foliar insect pests and the control methods used. The data were collected from 1st July to 30th October, 2021. The producers surveyed were randomly chosen between the members of the West African Network of Researchers in the Field of Natural Substances (WANNPRES) in Burkina Faso. This network includes researchers and associations of Moringa producers and is represented in the 13 regions of the country by representatives called regional focal points. It's through these focal points, that producers were identified and surveyed according to their availability.

1.4 DATA ANALYSIS

The statistical analysis was carried out using R software (4.1.1). It consisted of the descriptive analysis of the data and the calculation of the percentage of the categorical variables. The chi2 test was used to search for an association between the control methods used against insect pests and some variables of the study. The level probability was set at 5%. A biplot of component analysis was used to explore the relation between the control method and production objectives.

2 RESULTS AND DISCUSSION

2.1 SOCIO-DEMOGRAPHIC CHARACTERISTICS OF THE PRODUCERS SURVEYED AND AREA OF FIELDS

The result revealed that the average age of the farmers was 46.48 ± 0.91 years old. Men are the most numerous Moringa growers, with 61.67% rate of citation. However, women farmers dominate production in the *Centre* (92%), *Est* (67%) and *Plateau Central* (57%) regions. Respectively 54%, 36% and 10% of Moringa growers were enrolled in school, not in school and had attended a literacy program. Some producers are agrobusinessmen, while others are simply occasional producers. The average cultivated area was 0.83 ± 0.96 ha. The most important number of Moringa producers experience is found in the interval of 0 to 5 years and 72% of respondents grow Moringa in association with other crops (Table 2).

Table 2. Characteristics surveyed and their farms

	Centre	Centre-Est	Centre-Nord	Nord	Hauts-Bassins	Nord	Plateau-Central	Sahel	Total
Socio-demographic characteristics of the producers									
Age (Standard error)	46.86 (0.33)	45.80 (0.26)	48.32 (0.41)	43.00 (1.48)	44.08 (0.52)	43.50 (3.5)	47.86 (1.05)	48 (4.95)	46.48 (0.91)
Sex									
Women	33 (92%)	0 (0%)	1 (3.6%)	4 (67%)	3 (25%)	1 (25%)	4 (57%)	0 (0%)	46 (38.33%)
Men	3 (8.3%)	25 (100%)	27 (96%)	2 (33%)	9 (75%)	3 (75%)	3 (43%)	2 (100%)	74 (61.67%)
Education									
Literate	4 (11%)	8 (32%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	12 (10%)
Not in school	25 (69%)	7 (28%)	5 (18%)	2 (33%)	0 (0%)	1 (25%)	3 (43%)	0 (0%)	43 (36%)
Primary	1 (2.8%)	6 (24%)	17 (61%)	0 (0%)	3 (25%)	0 (0%)	3 (43%)	0 (0%)	30 (25%)
Secondary	4 (11%)	4 (16%)	6 (21%)	4 (67%)	3 (25%)	1 (25%)	1 (14%)	1 (50%)	24 (20%)
University	2 (5.6%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	6 (50%)	2 (50%)	0 (0%)	1 (50%)	11 (9%)
Principal occupation									
Farmer	16 (44%)	25 (100%)	22 (79%)	3 (50%)	3 (25%)	1 (25%)	4 (57%)	1 (50%)	75 (62%)
No farmer	20 (56%)	0 (0%)	6 (21%)	3 (50%)	9 (75%)	3 (75%)	3 (43%)	1 (50%)	45 (38%)
Type of producer									
Agro businessman	17 (47%)	14 (56%)	2 (7.1%)	1 (17%)	8 (67%)	2 (50%)	7 (100%)	1 (50%)	52 (43%)
Simple producer	19 (53%)	11 (44%)	26 (93%)	5 (83%)	4 (33%)	2 (50%)	0 (0%)	1 (50%)	68 (57%)
Experience (years)									
>10	6 (17%)	5 (20%)	4 (14%)	3 (50%)	2 (17%)	1 (25%)	0 (0%)	0 (0%)	25 (21%)
0–5	21 (67%)	5 (20%)	21 (75%)	1 (17%)	1 (8.3%)	2 (50%)	6 (86%)	2 (100%)	59 (49%)
5–10	5 (17%)	15 (60%)	3 (11%)	2 (33%)	9 (75%)	1 (25%)	1 (14%)	0 (0%)	36 (30%)
Farms characteristics									
Area of the field (ha)	0.97 (0.03)	0.63 (0.02)	0.46 (0.01)	0.50 (0.04)	1.71 (0.11)	1.38 (0.44)	0.79 (0.03)	0.75 (0.17)	0.83 (0.96)
Growing system									
Association	33 (92%)	22 (88%)	6 (21%)	6 (100%)	8 (67%)	3 (75%)	6 (86%)	2 (100%)	86 (72%)
Monoculture	3 (8.3%)	3 (12%)	22 (79%)	0 (0%)	4 (33%)	1 (25%)	1 (14%)	0 (0%)	34 (28%)

2.2 PRODUCTION OBJECTIVES

Moringa is cultivated for the leaves, the seeds, or both (Figure 2). The leaf is produced by 80% of surveyed (52.50% of simple producers and 27.50% of agro businessman). As for the combined production of leaf and seed, it is carried out by 17.50% of the surveyed (12.50% of agro businessmen and 2.59% of simple producers). The production of seeds concerned only 2.50% of agro businessmen.



Fig. 2. Moringa production objectives by producer types

2.3 MORINGA PRODUCTION CONSTRAINTS ACCORDING TO PRODUCERS

Insect pests, cryptogamic diseases and lack of seeds were the major constraints identified by Moringa producers. Between these constraints, insect pests were cited by 72.50% of surveyed followed by fungal disease and lack of seed respectively with 10% and 6.67% of citation rates.

Table 3. Constraints of Moringa production according to the type of producers

Constraints	Simple producers (%)	Agrobusinessmen (%)	Total (%)
Insect pests	44.17	28.33	72.50
Fungal diseases	2.50	7.50	10.00
Lack of seeds	4.17	2.50	6.67
Insect pests and spiders	2.50	0.83	3.33
Insect pests and fungal diseases	0.00	2.50	2.50
Lack of seed and insect pests	2.50	0.00	2.50
Lack of seed, insect pests and fungal disease	1.67	0.83	2.50

2.4 CONTROL METHODS FOR MORINGA INSECT PESTS MANAGEMENT

Several methods were adopted by Moringa producers to control insect pest attacks (figure 3). These methods are either used alone or in combination. Among them, bioinsecticides were cited as the most used method (67.50%), followed by synthetic chemical insecticides (20.83%). Some producers combine bioinsecticides with silvicultural methods such as pruning of plants (7.5%). The use of silvicultural methods was the lowest method cited by producers (0.88%).

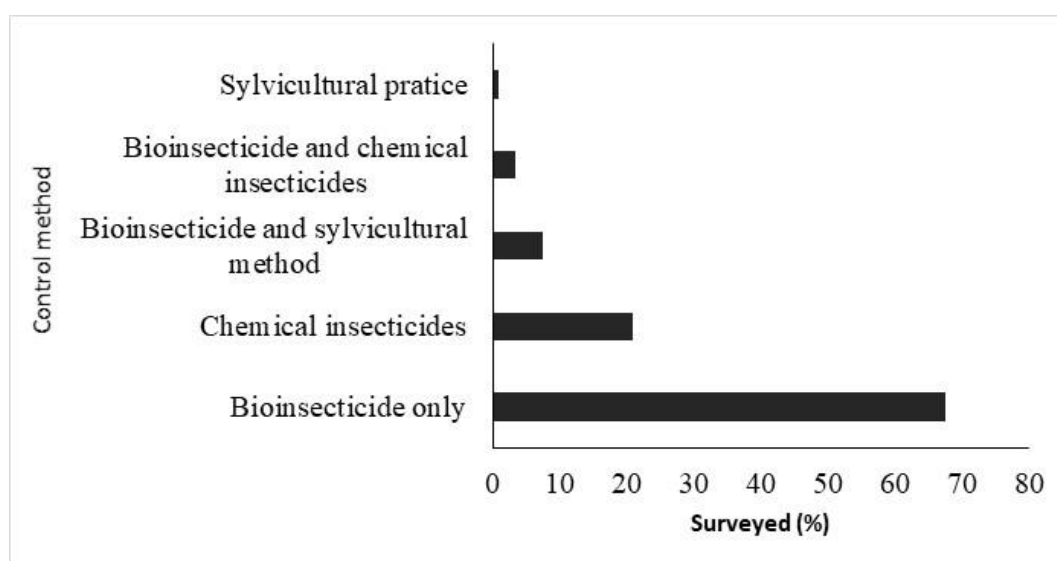


Fig. 3. Control methods of Moringa foliar insect pests

2.5 RELATION BETWEEN CONTROL METHOD AND THE OTHER VARIABLES

Table 4 shows that the control method used by producers is only dependent on the production objectives ($\chi^2 = 22.88$, $p < 0.01$).

Table 4. Relation between the control method and other variables

Dependent variable	Independent variable	ddl	Khi ²	p-value	N
Control method	Type of producer	4	2.45	0,65	120
	Sex of producer	4	2.41	0.66	120
	Area of the field	4	3.53	0.47	120
	Growing system	4	3.48	0.47	120
	Experience	8	12.97	0.94	120
	Production objectives	8	22.88	<0.01**	120
	Education	16	21.02	0.18	120

** : $0.0001 < p \leq 0.01$;

The component analysis (CA) of the biplot between the control method and production objectives showed that dim1 (86.3%) and dim2 (13.7%) represent 100% of the variability (Figure 4). The biplot analysis shows that growers who produce leaves alone or in combination with seeds mainly use bioinsecticides and silvicultural methods, while those who produce seeds alone mainly use chemicals and bioinsecticides in insect pest control.

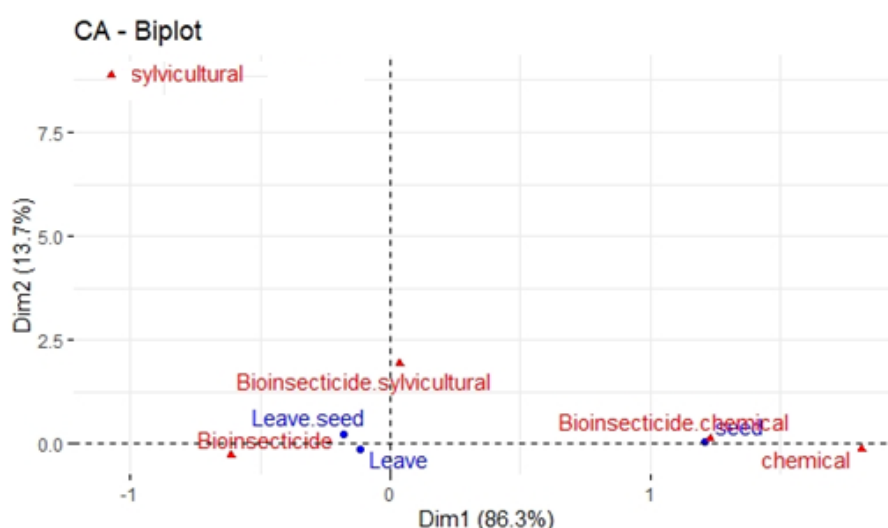


Fig. 4. CA-Biplot between control method and production objectives

2.6 PLANT SPECIES USED TO CONTROL LEAVES INSECT PESTS

A total of 14 plant species belonging to 12 families were cited by the producers as bioinsecticide plants (Table 5). Among these species, *Azadirachta indica* (A.) Juss is used by 50.86% of producers followed by *Carica papaya* L. and *Capsicum annum* L. (12.83%). Species like *Eucalyptus camadulensis* Dehnh, *Vernonia colorata* (Wild.), *Cymbopogon citratus* (DC.), *Zingiber officinale* Roscoe, and *Allium sativum* L. were each cited by 0.86% of the producers (Table 5).

Table 5. Plants species using as bioinsecticides

Usual name	Local name	Scientific name	Family	Surveyed (%)
Neem tree	Nim (Mooré)	<i>Azadirachta indica</i> (A.) Juss	Meliaceae	50.86
Pepper	Kiparé (Mooré)	<i>Capsicum annuum</i> L.	Solanaceae	12.83
Pawpaw	Papay (Mooré)	<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	12.93
Desert date tree	Kyegelega (Mooré)	<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	Balanitaceae	6.3
Cailcedrat	Kuka (Mooré)	<i>Khaya senegalensis</i> (Desr.) A. Juss	Meliaceae	3.45
Moringa	Arzantiga (Mooré)	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Moringaceae	2.59
Tobacco	Taba (Mooré)	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	Solanaceae	2.59
Calotropis	Putrupuga (Mooré)	<i>Calotropis procera</i>	Apocynaceae	2.59
Cassia	Cassia (Français)	<i>Senna siamea</i> Lam.	Fabaceae	1.72
Eucalyptus	Eucalyptus (Français)	<i>Eucalyptus camadulensis</i> Dehnh	Myrtaceae	0.86
Vernonia	koá safàn vâadò (Mooré)	<i>Vernonia colorata</i> (Wild.) Drake	Asteraceae	0.86
Citronnella	Sitronel (Mooré)	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf, 1906	Poaceae	0.86
Ginger	Yamakú (Mooré)	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe	Zingiberaceae	0.86
Garlic	Ley (Mooré)	<i>Allium sativum</i> L.	Liliaceae	0.86

2.7 CHEMICALS USED IN THE FOLIAR INSECT PESTS CONTROL

Investigations have hinted that some growers used chemical insecticides to control leaves insect pests of Moringa. Among the synthetic chemical insecticides identified, Decis (Deltamethrin 100 g/l) was the most cited (58%), followed by Dursban (Chlorpyrifos-ethyl 450 g/l) with a rate of 29 %, and Almetin (Emamectin benzoate 20 g/l) with a 13% of producers (figure 5).

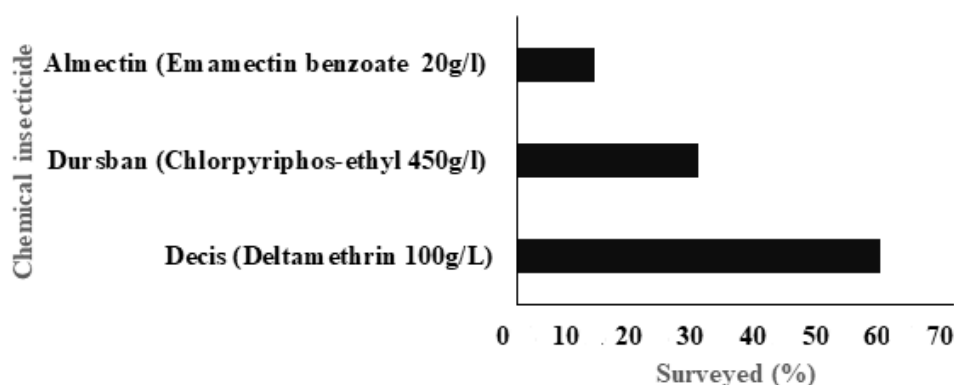


Fig. 5. Synthetic chemical insecticide used by Moringa producers

3 DISCUSSION

Moringa men producers were more important than women. The high rate of men could be explained by the difficulties in accessing land for women. Generally, land belongs to men, and women are then forced to rent it to do their agricultural activities [17]. In addition, the Moringa is perceived as a cash crop which leads to a strong involvement of men in this culture. For example, in Niger, women are generally responsible for collecting and selling the leaves in the markets [18]. However, in the administrative region of Centre, the rate of women growing Moringa is higher than that of men. These results could be explained by the fact that in this region, there are many associations of women vegetable producers compared to other regions. By producing vegetable crops, they usually combine moringa cultivation.

The survey results also showed that the larger part of Moringa producers had leaves as their objective. This result could be explained by the fact that actually people know the virtues of Moringa leaves. It demands increases and the sale of fresh or processed Moringa leaves constitutes a source of currency for producers. According to [14], Moringa leaves powder is one of the most sold Moringa products. The low seed producers can be due to the exigence of cultivation that requires large areas of farms [7]. Moreover, the virtues of the seeds are little known by the populations which use them very rarely.

Insect pests, cryptogamic diseases, and lack of seeds were the constraints of production listed by Moringa producers. Among these constraints, insect pests have been cited as the main constraint to Moringa cultivation. These results corroborate those of [13] in Niger and

[12] in Burkina Faso. All of these authors have shown that Moringa leaves are attacked by phytophagous insects which devastate the leaves produced.

The fungal diseases in Moringa were reported by [19] who identified 24 species of fungi on Moringa leaves in the Philippines. [20] identified 3 species of fungi responsible for the dieback of Moringa plants in Niamey region (Niger). In Ghana [7] reported the presence of certain fungi such as *Cercospora* spp, *Septoria lycopersici* var. *malagutii*. and *Alternaria solani* Sorauer. These organisms cause the yellowing of the leaves or the appearance of angular black-brown spots with concentric circles on the leaves and sometimes on the branches, which eventually die.

The producers reported also a lack of good-quality seeds. This result can be explained by the fact that few structures are marketing Moringa seeds. The kilogram of Moringa seeds is sold at 18 000FCFA (around 27.61 Euro) at the *Centre National de Semences Forestières (CNSF)*. Thus, this price is expensive for small farmers who prefer to acquire seeds from other farmers. These seeds are not always saved in good condition or can be parasitized by fungi. This can reduce the rate of germination or plant wilting when the seedlings emerge.

As stated by the producers, the majority of insect pests belong to the orders of Lepidoptera (caterpillars), Orthoptera (locusts) and Hemiptera. These results confirm the study of [12] on the diversity of pests from Moringa leaves in Burkina Faso which found the same orders of insect pests on Moringa. Caterpillars and locusts have grinding mouthparts that allow them to cut, tear and chew solid food [21]. These insects eat the leaves and buds of young plants of Moringa leading them to dry out and then die if no action is taken. According to [22], caterpillars can cause 100% defoliation of Moringa plants depending on the season. Insects of Hemiptera order, with their sucking mouthparts, puncture the sap of plants and can transmit phytoviruses to them [23]. This reduces yields and the quality of the leaves produced. Spiders were also cited in the survey. Though they are strict predators and feed on insects [24], they build their webs around the Moringa leaves, which change color, dry out and fall off [11].

To control foliar insect pests from Moringa, the majority of producers use bioinsecticides. The use of bioinsecticides is related to the objective of leaf production. This result can be explained by the fact that most producers pursue the international market for the sale of their production, especially the leaves. Thus, some of these producers are looking for or already have certification standards, which forces them to use good farming practices. Also, producers emphasize plant-based insecticides to minimize the risks of toxicity that could arise from the use of synthetic chemical insecticides. However, some producers use synthetic chemical insecticides. This use could be explained by the slow effect of bioinsecticides, their low persistence and their very reduced spectrum of action [25].

Producers also use silvicultural practices that consist of pruning plants. Pruning eliminates the food substrate for insects, which can limit the spread of pests [26], [27], [28]. According to these authors, pruning plants not only helps to control insect pests but also increases plant vigor and the number of leaves produced.

According, to the survey, bioinsecticides were prepared using plant extract. The use of plant extract in crop protection is an ancestral practice [29], [30]. Many plants are indeed known and used for their biocidal activities (toxic, repellent, anti-feedant) against a wide range of bioaggressors [31], [32]. Among these species mentioned, *A.indica* is the most used for the preparation of bioinsecticides. The insecticidal effect of *A.indica* had already been demonstrated in previous work [33], [34]. *A. indica* extract contains azadirachtin [34], [35] having a repellent [36] or larvicidal [37] effect on a wide range of crop pest insects. In addition, the use of bioinsecticides is advantageous because they contain natural active molecules (nimbidine, solanine, deacetylazadirachtinol and meliantriol) that have the property of disrupting the morphogenesis and embryonic development of insects [38].

On the other side, regarding all these practices to control Moringa leaf pests, it appears that producers practiced Integrated pest management to improve their production, and to reach the international and local market. By using IPM and less toxic chemicals for the cultivation of Moringa, the farmers reduce the massive use of pesticides in their production. In the same way [39] said that IPM aims to reduce environmental harmful pesticides by using less toxic chemical-approved products. The Sahelian pesticide committee authorized all chemical insecticides used by Moringa producers [40]. This shows that the producers respect the production standards to give value to their product. An integrated fight incorporating recommended doses of chemicals makes it possible to fight pests effectively and pollute the environment less. This method of pest management can lead to sustainable production of Moringa leaves and seeds.

4 CONCLUSION

The study showed that Moringa production is mainly confronted with the action of foliar insect pests. To face it, the producers use mainly bioinsecticides prepared from several species of plants among which *Azadirachta indica* was the most cited. Thus, for a healthy and sustainable production of Moringa leaves and seeds, it would be desirable to consider an integrated pest management method. It must take into account the use of plant extracts, the silvicultural methods and some approved synthetic chemical insecticides at recommended doses.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare no conflicts of interest regarding the publication of this paper.

ACKNOWLEDGMENT

The authors acknowledge the participation of moringa producers from the WANNPRES Burkina Faso network who kindly took part in this survey.

REFERENCES

- [1] M. E. Olson, "Combining Data from DNA Sequences and Morphology for a Phylogeny of Moringaceae (Brassicales)," *Syst. Bot.* (2002), vol. 27, no. 1, pp. 55–73, 2002.
- [2] K. Gandji, F. J. Chadare, R. Idohou, V. K. Salako, and A. E. Assogbadjo, "Status and utilization of *Moringa oleifera* Lam : a review," *African Crop Sci. Journal*, vol. 26, no. 1, pp. 137–156, 2018.
- [3] M. Arbonnier, *Arbres arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest*, 3ème ed. r. 2009.
- [4] W. Atapkama *et al.*, "Moringa oleifera Lamarck (MORINGACEAE) : une ressource phylogénétique à usage multiple," *Rev. Cames, Sci. la vie, la terre Agron.*, vol. 02, pp. 6–15, 2014.
- [5] H. Millogo-Koné, B. F. Kini, Z. Yougbaré, M. B. Yaro, and M. Sawadogo, "Etudes de la phytochimie et de l'activité antimicrobienne in vitro des feuilles de *Moringa oleifera* (Moringaceae).," *Pharmacopée médecine Tradit. africaine*, p. 16, 2012.
- [6] U. Zongo, S. L. Zoungrana, A. Savadogo, and A. S. Traoré, "Nutritional and Clinical Rehabilitation of Severely Malnourished Children with *Moringa oleifera* Lam. leaf Powder in Ouagadougou (Burkina Faso)," *Food Nutr. Sci.*, vol. 4, pp. 991–997, 2013, [Online]. Available: <http://www.scirp.org/journal/fns>.
- [7] A. De Saint Sauveur and M. Broin, "Produire et transformer les feuilles de Moringa," Ghana, pp. 1-36, 2010.
- [8] H. Djibo, B. Karimou, and A. S. Koroney, "La culture du *Moringa oleifera*, un outil de développement local : cas de la Commune rurale de Liboré/Niger," *Rev. des études multisectorielles en Sci. économiques Soc.*, vol. 5, pp. 55–68, 2017.
- [9] T. A. Abasse, A. Gouzayé, L. Woltering, and D. Pasternak, "The role of indigenous leafy vegetables on daily diet and rural and urban economy of Niger," *Acta Hort.*, vol. 752, pp. 35–40, 2007.
- [10] M. C. E. Dao, J. Sanou, and S. Pare, "Maraichage urbain et semi-urbain de *Moringa oleifera* Lam. par des associations de femmes au Burkina Faso : contraintes et opportunités," *La Rev. électronique en Sci. de l'environnement*, vol. 16, no. 1, pp. 1–20, 2016.
- [11] M. C. E. Dao, M. Traore, S. Pare, D. B. Ouedraogo, and S. Ouedraogo, "Ravageurs des planches maraîchères de *Moringa oleifera* dans la région du centre (Burkina Faso)," *J. Anim. Plant Sci.*, vol. 25, no. 2, pp. 3857–3869, 2015.
- [12] S. Kabré, M. C. E. Dao, B. F. Bazié, M. Traoré, and O. Gnankiné, "Diversité des insectes ravageurs foliaires de *Moringa oleifera* (Moringaceae) dans les zones climatiques Nord et Sud soudaniennes du Burkina Faso," *REV. RAMRES, Sci. la vie, la terre Agron.*, vol. 08, no. 2, pp. 114–120, 2020.
- [13] A. Ratnadass, O. Zakari-Moussa, H. Salha, J. Minet, and A. S. Seyfoulaye, "*Noorda blitealis* Walker, un ravageur majeur du Moringa au Niger (Lepidoptera , Crambidae)," *Bull. la Société Entomol. Fr.*, vol. 116, no. 4, pp. 401–404, 2011.
- [14] A. Satti, O. E. H. Nasr, A. Fadelmula, and F. E. Ali, "New record and preliminary bio-ecological studies of the leaf caterpillar, *Noorda blitealis* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) in Sudan," *Int. J. Sci. Nat.*, vol. 4, no. January, pp. 57–62, 2013, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/profile/Abdalla-Satti/publication/271505476>.
- [15] GIZ, "Profil de risque climatique : Burkina Faso," *ministère fédéral allemand de la Coopération économique et du Développement (BMZ) en coopération étroite avec la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH*, pp. 1–12, 2021.
- [16] Dagnelie, *Statistiques théoriques et appliquées*. Brussels. De Boeck, 1998.
- [17] G. Konaté, "Burkina Faso : une insécurité foncièrement féminine," 2006. [Online]. Available: <http://graf.zcp.bf>.
- [18] M. Gamatié, "Description des filières feuilles de Moringa au Niger," in *INRA Moringanews- CTA*, p. 9, 2005.
- [19] E. S. Carbungco, N. B. Pedroche, V. A. Panes, and T. E. De La Cruz, "Identification and characterization of endophytic fungi associated with the leaves of *Moringa oleifera* Lam.," *Acta Hort.*, vol. 1158, pp. 373–380, 2017, doi: 10.17660/ActaHortic.2017.1158.42.
- [20] D. Zoungrana, "Etiologie du dépérissement du moringa (*Moringa oleifera* Lam) au Niger," Centre Régional AGRHYMET, 2019.
- [21] P.-A. Calatayud and B. Le Ru, "Les pièces buccales et l'alimentation des insectes," *Interact. insectes-plantes*, no. July, pp. 107–113, 2019, doi: 10.4000/books.irdeditions.22353.
- [22] M. S. Halilou, M. N. Ba, L. Karimoune, and A. Doumma, "Farmers' knowledge, perceptions and management of the moringa tree defoliator, *Noorda blitealis* Walker (Lepidoptera : Crambidae), in Niger," *Int. J. Trop. Insect Sci.*, vol. 42, no. 1, pp. 905–915, 2022, doi: 10.1007/s42690-021-00617-1.
- [23] J. C. Fingu-Mabola and F. Francis, "Aphid-plant-phytovirus pathosystems: Influencing factors from vector behaviour to virus spread," *Agric.*, vol. 11, no. 6, 2021, doi: 10.3390/agriculture11060502.

- [24] A. M. Dunn, O. S. Hofmann, B. Waters, and E. Witchel, *Les araignées: préserver la biodiversité*. ARTHROPOLOGIA.Métropole de Lyon 1-20, 2016.
- [25] A. Adétonah, E. Koffi-Tessio, O. Coulibaly, E. Sessou, and A. G. Mensah, "Perceptions et adoption des méthodes alternatives de lutte contre les insectes des cultures maraîchères en zone urbaine et péri-urbaine au Bénin et au Ghana," *Bull. la Rech. Agron. du Bénin*, vol. 69, no. 2014, pp. 1–10, 2011.
- [26] M. Braham and N. Amor, "Effect of pruning severity on the vegetative growth, density and population dynamics of the *Spirea aphid*, *Aphis spiraecola* in *Citrus orchard*," *J. Entomol. Zool. Stud.*, vol. 6, no. 1, pp. 311–319, 2018.
- [27] B. P. Dufour, I. W. Kerana, and F. Ribeyre, "Effect of coffee tree pruning on berry production and coffee berry borer infestation in the Toba Highlands (North Sumatra)," *Crop Prot.*, vol. 122, no. May, pp. 151–158, 2019, doi: 10.1016/j.cropro.2019.05.003.
- [28] S. Simon, B. Sauphanor, and P.-E. Lauri, "Control of Fruit Tree Pests through Manipulation of Tree Architecture," *Pest Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 33–37, 2007.
- [29] S. Savadogo, O. Sambare, A. Sereme, and A. Thiombiano, "Méthodes traditionnelles de lutte contre les insectes et les tiques chez les Mossé au Burkina Faso," *J. Appl. Biosci.*, vol. 105, no. 1, p. 10120, 2016, doi: 10.4314/jab.v105i1.9.
- [30] S. Sourabie, P. Zerbo, D. Yonli, and J. I. Boussim, "Connaissances traditionnelles des plantes locales utilisées contre les bio-agresseurs des cultures et produits agricoles chez le peuple Turka au Burkina Faso," *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, vol. 14, no. 4, pp. 1390–1404, 2020, doi: 10.4314/ijbcs.v14i4.18.
- [31] S. Facknath, "Combination of neem and physical disturbance for the control of four insect pests of stored products," *Int. J. Trop. Insect Sci.*, vol. 26, no. 1, pp. 16–27, 2006, doi: 10.1079/IJT200698.
- [32] B. B. Yarou *et al.*, "Plantes pesticides et protection des cultures maraîchères en Afrique de l'Ouest (Synthèse bibliographique)," *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, vol. 21, no. 4, pp. 288–304, 2017, doi: 10.25518/1780-4507.16175.
- [33] M. Kannan, M. M. Jamal, and G. Balasubramanian, "Effects of Neem [*Azadirachta indica*] Leaf and Seed Kernel Extracts on the Hairy Leaf Caterpillar-*Eupterote mollifera* [Bombycidae: Lepidoptera] insect Pests of Moringa tree," *Int. J. Sci. Res. Biol. Sci.*, vol. 5, no. 6, pp. 70–74, 2018.
- [34] S. Kilani-Morakchi, H. Morakchi-Goudjil, and K. Sifi, "Azadirachtin-Based Insecticide: Overview, Risk Assessments, and Future Directions," *Front. Agron.*, vol. 3, no. July, pp. 1–13, 2021, doi: 10.3389/fagro.2021.676208.
- [35] B. Shu, J. Zhang, G. Cui, R. Sun, X. Yi, and G. Zhong, "Azadirachtin affects the growth of *Spodoptera litura* Fabricius by inducing apoptosis in larval midgut," *Front. Physiol.*, vol. 9, no. FEB, pp. 1–12, 2018, doi: 10.3389/fphys.2018.00137.
- [36] D. Diabaté and Y. Tano, "Biopesticide Efficacy of Aqueous Extracts of *Jatropha carcus* L. and *Azadirachta indica* (A. Juss.) on *Plutella xylostella* (Lepidoptera : Plutellidae) on field in Côte d'Ivoire.," *J. Basic Appl. Sci.*, vol. 4, no. 11, pp. 51–60, 2014.
- [37] Y. Negusu, "Ecology of *Noorda blitealis* and its management using botanicals in Konso special Woreda," 2005.
- [38] A. A. Correia *et al.*, "Microscopic analysis of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) embryonic development before and after treatment with azadirachtin, lufenuron, and deltamethrin," *J. Econ. Entomol.*, vol. 106, no. 2, pp. 747–755, 2013, doi: 10.1603/EC12158.
- [39] J. Karlik and S. Tjosvold, "(2003) Integrated pest management (IPM) for roses.," *Roberts AV Encycl. rose Sci. Elsevier Sci. Amsterdam*, 2003.
- [40] CSP, "Liste globale des pesticides autorisés par le Comité Sahélien des Pesticides version de Mai 2018," Burkina Faso, 2018. doi: h12.

Pentalogy of Cantrell: About a case report at the General Reference Hospital of Panzi

Mambo Mwilo, Alumeti Munyali Désiré, Luhiriri Mwinja Néné, Kanku Tudiakwile Leonard, Bugashane Bwamihigo Elie, Furaha Bidorho, Tumsifu Manegabe, Mulindwa John Peter, Kitoga Muke Joachim, Heri Bulambo Nicolas, Mudahama Neema Francis, and Birindwa Muhandule Archippe

Panzi General Reference Hospital, RD Congo

Copyright © 2023 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: Pentalogy of Cantrell is an extremely rare birth defect. It associates 5 malformations including: a supraumbilical hernia of the abdominal wall, a defect of the anterior part of the diaphragm and the diaphragmatic pericardium, an anomaly of the lower part of the sternum and cardiac malformations.

We most often find a notion of consanguinity of the parents. The long-term prognosis for children with this anomaly depends mainly on the complexity of the associated heart defect.

We report a case of pentalogy of Cantrell in a 2-day-old male newborn with extra thoracic cardiac ectopia.

KEYWORDS: pentalogy, Cantrell, cardiac ectopia, Panzi, hospital.

1 INTRODUCTION

Pentalogy of Cantrell is an extremely rare congenital anomaly at 5.5 to 7.9 per million live births (1). It corresponds to a defect in the closure of the umbilical ring concerning the supra-umbilical portion of the abdominal wall secondary to an anomaly in the development of the mesoderm during the first stage of embryonic development. This pathology associates five major malformations: a supraumbilical hernia of the abdominal wall, a defect of the anterior part of the diaphragm and the diaphragmatic pericardium, an anomaly of the lower part of the sternum and cardiac malformations (2). The appearance of the Pentalogy is considered sporadic. We report a case of Pentalogy of Cantrell in a newborn male, referred to us by the general referral hospital of Kaziba, a hospital located 60 km from the general referral hospital of Panzi.

2 CLINICAL OBSERVATION

It was a newborn male, the last of three siblings, with no family history of congenital malformations or consanguinity. The mother was 25 years old. The pregnancy was not followed medically and therefore, no antenatal ultrasound was performed by the mother during the period of evolution of the pregnancy. He was born vaginally after 38 weeks of amenorrhea and sent to the neonatology department of Panzi General Hospital on the 2nd day of life.

On physical examination, the newborn weighed 3100 g, he had a head circumference of 35 cm, a height of 49 cm. He was feverish, temperature 38°C. He had the heart completely out of the thoracic cavity and beating, an Omphalocele as well as the absence of the lower part of the sternum (Fig. 1).

The patient was put under medical treatment for neonatal infection. Surgical management was rejected because of the lack of an adequate technical platform. He had died at 17 days of life in a row due to the absence of a cardiovascular surgeon in our region.



Fig. 1. *Extra thoracic cardiac ectopia*

3 DISCUSSION

Cantrell's pentalogy is an extremely rare birth defect, first described by Cantrell in 1958 (2). The estimated incidence of this rare syndrome is approximately 5.5 per million live births (1). This pathology is said to be complete if it associates the five major abnormalities: a supraumbilical hernia of the abdominal wall, a defect in the anterior part of the diaphragm and the diaphragmatic pericardium, an anomaly in the lower part of the sternum and cardiac malformations (3). Incomplete forms of the syndrome with a combination of at least two defects have been reported in the literature (2). The cause of Pentalogy of Cantrell is not clearly understood and it is unclear whether it represents an extreme spectrum of midline malformations, as it shares some characteristics with a midline defect and coexists with other malformations from the midline (4). In addition to the classic anomalies described by Cantrell et al, a few cases have been reported with the coexistence of other syndromes such as Edwards and Goltz-Gorlin syndrome. Structural abnormalities including craniofacial (eg cleft palate, supernumerary nostrils), central nervous system (hydrocephalus and neural tube defects), skeletal and abdominal abnormalities have been reported (2). There is a male predominance with a male/female ratio of 2.7/1. The most common form is the thoracic or thoracoabdominal type. Abdominal wall abnormalities include omphalocele, diastasis recti, umbilical hernia, or a combination of these abnormalities. The most common form is that with omphalocele (3). Diagnosis can be made antenatally with prenatal ultrasound during the first trimester of pregnancy (5,6). Prenatal magnetic resonance imaging (MRI) allows visualization of fetal abnormalities and helps in planning surgical management (7). The survival rate of the full Pentalogy of Cantrell form is less than 20% (8).

4 CONCLUSION

Pentalogy of Cantrell is a rare pathology. The diagnosis is possible thanks to the ultrasound of the first trimester of pregnancy. Its prognosis is linked to the severity of the heart defect. The treatment is multidisciplinary.

REFERENCES

- [1] Carmi R, Boughman JA. Pentalogy of Cantrell and associated midline anomalies: a possible ventral midline developmental field. *Am J Med Genet* 42: 90–95.
- [2] Cantrell JR, Haller JA, Ravith MM. A syndrome of congenital defects involving the abdominal wall, sternum, diaphragm, pericardium and heart. *Surg Gynecol Obstet* 107: 602-614.
- [3] Van Hoorn JH, Moonem RM, Huysentruyt CJ et al. Pentalogy of Cantrell: two patients and a review to determine prognostic factors for optimal approach. *Eur J Pediatr* 167: 29-33.
- [4] Correa-Rivas MS, Matos-Llovet I, García-Fragoso L. Pentalogie de Cantrell: Un rapport de cas avec des résultats pathologiques. *Pediatr Dev Pathol.* 2004; 7: 649–52 5.
- [5] Mukhtar-Yola M., Mohammad AM, Faroul ZL et al. Pentalogy of Cantrell - A Case Report from Nigeria. *Nigerian Journal of Paediatrics* 2012; 39 (1): 31 – 34 6.
- [6] Leno DWA, Sy T, Camara MK et al. Pentalogy of Cantrell: A Case Report Diagnosed Using Antenatal Ultrasound in Conakry (Guinea). *J Womens Health, Issues Care* 2015, 4; 4 7.
- [7] Leul Adane, Alemayehu Bedane, Ashenafi Abera, et al. MRI Findings in Pentalogy of Cantrell with Ultrasound Correlation: Addis Ababa, Ethiopia. *Gynecol Reprod Health.* 2018; 2 (2): 1-5. 8.
- [8] Naburi, H., Assenga, E., Patel, S. et al.: Class II pentalogy of Cantrell. *BMC Res Notes* 8, 318 (2015). <https://doi.org/10.1186/s13104-015-1293-7>.

Utilisation des services publics de santé à Yamoussoukro (Côte d'Ivoire): Analyse des déterminants du recours aux soins de la population infanto-juvénile (0 à 14 ans)

[Use of public health services in Yamoussoukro (Côte d'Ivoire): Analysis of the determinants of the use of care of the infant-juvenile population (0 to 14 years)]

Kouamé Armand Kouassi

Département de Géographie, Université Peleforo GON COULIBALY, UFR Sciences Sociales, Korhogo, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 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 aims to determine the factors that influence the use of the public offer of care in the city of Yamoussoukro. The experiment is based on the demands of the health services by a population whose age is between 0 and 14 years. The research is motivated by the low use of public offerings at the national level. The data collection comes in the administration of a household questionnaire by quota method. The identification of determinants is based on the χ^2 test and logistic regression. The study reveals a level of recourse to public provision of care of 55.40%, determined essentially by geographical accessibility, medical insurance, knowledge of the offer of care, the perceived seriousness of the disease and the quality of care. These factors make it possible to build a model of recourse to care based on three pillars: quality of care, accessibility and perception of needs.

KEYWORDS: public offer of care, use of care, infant-juvenile population, Yamoussoukro.

RESUME: Cette étude vise à déterminer les facteurs qui influencent le recours à l'offre publique de soins dans la ville de Yamoussoukro. L'expérimentation se fonde sur les sollicitations des services de santé par une population dont l'âge est compris entre 0 et 14 ans. La recherche est motivée par le faible recours à l'offre publique constaté à l'échelle nationale. La collecte des données se décline en l'administration d'un questionnaire-ménage par méthode de quota. L'identification des déterminants s'appuie sur le test de χ^2 et la régression logistique. L'étude révèle un niveau de recours à l'offre publique de soins de 55,40%, déterminé essentiellement par l'accessibilité géographique, l'assurance médicale, la connaissance de l'offre de soins, la gravité perçue du mal et la qualité des soins. Ces facteurs permettent de constituer un modèle de recours aux soins basé sur trois piliers: la qualité des soins, l'accessibilité et la perception des besoins.

MOTS-CLEFS: offre publique de soins, recours aux soins, population infanto-juvénile, Yamoussoukro.

1 INTRODUCTION

Depuis les années 1970, les politiques sanitaires des pays subsahariens sont axées sur la généralisation des soins à travers une plus grande couverture géographique. À l'instar de l'Initiative de Bamako sur le recouvrement des coûts en 1987, la mise en œuvre de ces politiques contribue à renforcer l'offre publique de soins de premier niveau. Mais en dépit de cet accroissement de l'offre de soins, les taux d'utilisation des structures sanitaires restent faibles et les indicateurs de santé demeurent préoccupants [12]. À l'échelle nationale, le taux de recours en 2014 s'établit à 33,21 % contre 31 % dans le district sanitaire de Yamoussoukro [17], [16]. L'utilisation des services de santé reste donc un problème majeur en ce sens que la population ne les fréquente pas au niveau attendu [18].

Située au centre de la Côte d'Ivoire sur l'axe Abidjan-Bouaké (la Nationale A3), la ville de Yamoussoukro connaît une croissance démographique et spatiale rapide qui la place au 5^e rang de la hiérarchie urbaine après la métropole Abidjan, Bouaké, Daloa et Korhogo. L'effectif de la population en 1975 est de 35 575 habitants, 110 013 habitants en 1988, 155 803 habitants en 1998 et 207 412 habitants en 2014 [7]. La superficie urbanisée est passée de 1 750 ha en 1973 à 2 713 ha en 1984 et à plus de 3 300 ha en 2014 [3]. Cette croissance urbaine en constante évolution est la conséquence d'un aménagement volontariste impulsé par le Président Houphouët-Boigny qui a planifié la transformation radicale de son village natal en une ville universitaire, touristique et religieuse [4], [11], [2], [9]. Soumise donc à un contexte géographique en pleine mutation, la ville de Yamoussoukro apparaît à l'instar des villes subsahariennes, comme un espace à risques sanitaires multiples [21]. Les personnes les plus vulnérables sont les femmes en âge de procréer et surtout les enfants de moins de 15 ans qui représentent un peu plus de 40 % de la population [6], [15], [14]. Dans ce contexte, il est nécessaire de connaître les facteurs qui

influencent la demande de soins de la population infanto-juvénile pour contribuer au renforcement de la performance du système de santé. La croissance urbaine exerce une pression non négligeable sur l'offre de soins et impose une mobilisation de ressources conséquentes en faveur des populations. En vue d'améliorer l'accessibilité géographique à l'offre de soins, les autorités municipales de Yamoussoukro ont fait le choix d'accroître le nombre de structures sanitaires afin de rencontrer les besoins des populations. Cette option s'est traduite par l'implantation dans divers quartiers de la ville, de Centres de Santé Urbains (CSU) à partir de 2007. Il s'agit précisément d'Etablissements Sanitaires de Premier Contact (ESPC) sensés venir en soutien aux structures existantes dans la dispensation de soins primaires. Cependant, quels sont les principaux facteurs qui influencent les recours à ces structures sanitaires? L'objectif de cette étude est de déterminer les facteurs liés au recours à l'offre publique de soins. De manière spécifique, il s'agit d'analyser la répartition spatiale des structures sanitaires publiques, de présenter les caractéristiques sociodémographiques des ménages et d'identifier les principaux facteurs influençant le recours à l'offre publique de soins.

2 METHODE

La collecte des données se fonde essentiellement sur des méthodes quantitatives (enquête transversale auprès des ménages, recueil de données dans les services de santé et consultation des sources statistiques du district sanitaire de Yamoussoukro). Les données relatives aux effectifs de population sont issues des estimations établies par l'Institut National de la Statistique (INS) en 2014. Le recours aux soins, en tant que processus soumis à différents paramètres, est aussi analysé à l'aide de méthodes qualitatives (entretiens semi-structurés). Un échantillon de 500 ménages est constitué et réparti entre les 9 quartiers de la ville par une méthode de quotas (Tableau 1).

Tableau 1. Synthèse du nombre de ménages à enquêter par quartier

Quartier	Population	Proportion (en%)	Ménages
Cité administrative	8 439	4	20
Résidentiel	7 073	3	15
Riviera	5 504	2	10
Habitat	15 813	7	35
Morofe	8 289	4	20
N'gokro	14 700	6	30
N'zuessy	52 012	22	110
Dioulakro	74 091	32	160
Kokrenou	47 084	20	100
Total	233 005	100	500

Sources. (INS, 2014; Nos enquêtes, 2015)

À ces différents ménages, il a été administré un questionnaire comportant les rubriques suivantes: caractéristiques sociodémographiques, conditions socio-économiques, recours thérapeutiques, choix structure sanitaire, perception de la maladie. La méthode d'enquête est l'échantillonnage aléatoire simple qui consiste d'abord à choisir le premier ménage au début de chaque îlot sélectionné et les suivants, selon un pas de sondage de 10 maisons jusqu'à ce que l'effectif de l'échantillon cible soit atteint dans chaque quartier. Le questionnaire a été administré au chef de ménage (représentant de la population cible) considéré comme le répondant de l'enquête ou une autre personne désignée par le chef de ménage. Ces données quantitatives ont été complétées par les statistiques provenant des services de santé et les informations mobilisées à l'aide des entretiens.

Les informations recueillies auprès des ménages par questionnaire ont été saisies sous Excel et analysées sur Epi Info 3.5.3. Des techniques empruntées à d'autres disciplines, notamment la statistique, ont été sollicitées pour analyser les liaisons entre les variables étudiées. Il s'agit d'abord du test de χ^2 utilisé pour mesurer l'association entre l'option de recours à l'offre publique de soins (variable dépendante) et les paramètres démographiques et socioéconomiques susceptibles d'influencer cette option (variables indépendantes). C'est une analyse uni-variée qui s'effectue au seuil de significativité de 5 % (0,05). Ainsi, toutes les probabilités (P-value) inférieures à 0,05 sont-elles révélatrices d'une relation d'influence entre la variable dépendante et la variable indépendante ciblée. Ensuite la régression logistique qui permet de ne retenir que les variables réellement explicatives du recours à l'offre publique de soins et de mesurer leur importance relative. C'est une analyse multi-variée qui porte sur un événement dichotomique en ce sens que soit le ménage recours à l'offre publique (code 1) soit il fait une autre option (code 0). Les résultats sont aussi considérés comme significatifs au niveau d'incertitude de 5 % ($P = 0,05$). Cette technique utilisée dans de nombreuses études, permet en effet de contrôler l'effet des facteurs de confusion mis en évidence dans le cadre de l'analyse uni-variée (χ^2). Les variables explicatives sont transformées en modalités telles que les tranches pour l'âge, les classes pour le revenu, etc. Pour chaque variable, la première modalité sert de référence à la seconde. Les régressions logistiques indiquent l'odds ratio qui est la probabilité pour les cas d'être dans la modalité en question que dans la modalité de référence. Les données

recueillies auprès des ménages ont été ensuite confrontées ou complétées avec celles issues des services de santé pour combiner les opinions et mieux comprendre les déterminants du recours aux structures sanitaires publiques.

3 RESULTATS

3.1 UNE OFFRE PUBLIQUE DE SOINS ESSENTIELLEMENT LOCALISEE AU CENTRE DE LA VILLE

L'offre publique de soins disponible à Yamoussoukro se compose de sept centres de santé. Il s'agit du Centre Hospitalier Régional (CHR), de la Protection Maternelle et Infantile (PMI), du Centre médical de l'Institut Polytechnique, de l'Infirmier du Corps de Troupe de la Garde Républicaine (GR) et des CSU de N'zuessy, Morofe et Dioulakro (Figure 1).

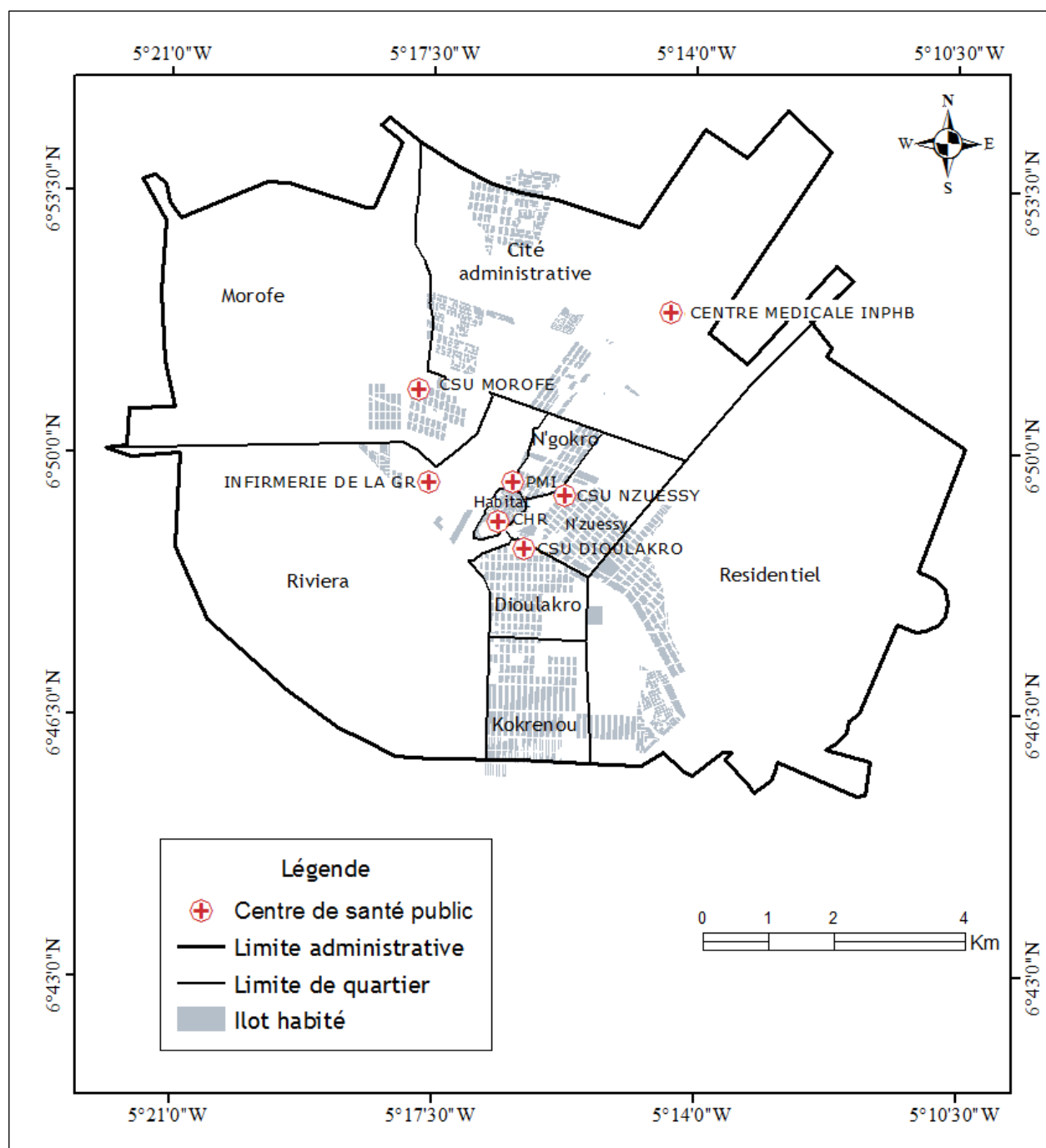


Fig. 1. Localisation des structures sanitaires publiques dans la ville de Yamoussoukro

Sources: (BNETD, 2014; Nos enquêtes, 2015)

Réalisation: Kouassi, 2021

À l'exception du Centre médical de l'Institut National Polytechnique Houphouët-Boigny (INPHB) et du CSU de Morofe, localisés respectivement dans les périphéries Nord et Ouest de la zone d'étude, toutes les structures sanitaires publiques sont implantées dans le noyau central d'où une distribution géographique concentrée au cœur de la ville.

3.2 DES MENAGES AUX CARACTERISTIQUES DEMOGRAPHIQUES ET SOCIOECONOMIQUES NETTEMENT DIFFERENCIEES

Les ménages dont l'âge du chef excède 36 ans, sont les plus nombreux (76,80 %). Ils sont principalement localisés à la Riviera (100 %) et Résidentiel (93,30 %). Ceux qui ont moins de 36 ans comptent pour 23,20 % et sont en proportion élevée à Morofe (50 %). Les chefs de ménage de sexe masculin représentent 83,40 % contre 16,60 % de ménages tenus par des personnes de sexe féminin. Ces hommes sont beaucoup plus nombreux à la Riviera (100 %), Cité administrative (95 %) et Résidentiel (93 %) soit les quartiers de haut standing. À l'opposé, les ménages dirigés par des femmes sont beaucoup plus localisés à l'habitat et Morofe (35 % en moyenne).

La répartition des chefs de ménage suivant le niveau d'étude présente une prépondérance des personnes alphabétisées (78,40 %) contre 21,60 % de personnes non alphabétisées. Ces dernières sont en proportion importante à Dioulakro (38,75 %) et surtout à Morofe (50 %) soit 1 habitant sur 2. Le niveau supérieur est plutôt marqué à la Riviera (100 %) et la Cité administrative (85 %). Il s'agit de secteurs résidentiels essentiellement réservés à des catégories professionnelles comme les personnels enseignants de l'Institut National Polytechnique Houphouët-Boigny (INPHB) et du Cafop supérieur. Les agents du secteur formel (salariés du public et du privé) représentent 45,80 % et les autres catégories de travailleurs, 54,20 % soit la majorité. Les salariés du secteur étatique ont une forte présence à la Cité administrative (90 %) qui est essentiellement constitué de logements d'état. Les autres catégories sont majoritaires à Dioulakro (73,13 %) et au quartier central Habitat (77,14 %) où se concentrent les principales activités commerciales de la ville.

Les ménages dont les revenus mensuels sont inférieurs à 300 000 FCFA sont les plus nombreux (80 %). Ceux qui ont un revenu supérieur ou égal à 300 000 FCFA, comptent pour 16,20 % de l'échantillon. Ces derniers sont enregistrés notamment au quartier Riviera (100 %), à la Cité administrative (85 %) et au quartier Résidentiel (80 %) soit dans les quartiers de haut standing. Les revenus inférieurs à 300 000 FCFA sont plutôt enregistrés dans les autres quartiers. Les chefs de ménage ayant pour appartenance religieuse le christianisme, occupent la plus forte proportion de l'échantillon (62,20 %). Le christianisme est prépondérant dans tous les quartiers (80 % en moyenne) à l'exception de Dioulakro où prédomine l'islam (61,30 %). Le nombre moyen d'enfants âgés de 0 à 14 ans au sein des ménages est de 2,44. Les moyennes les plus fortes sont enregistrées à Kokrenou (3,03), la Cité administrative (2,90) et à Dioulakro (2,64). Par contre, le quartier Résidentiel enregistre la moyenne la plus faible (1,67).

3.3 LE RECOURS À L'OFFRE PUBLIQUE DE SOINS DETERMINE ESSENTIELLEMENT PAR LA QUALITE DES SOINS, L'ACCESSIBILITE ET LA PERCEPTION DES BESOINS

Les recours de la population infanto-juvénile s'orientent à 55,40 % vers l'offre publique de soins et à 46,60 % vers d'autres options thérapeutiques constituées des structures sanitaires non étatiques (33,80 %), la médecine traditionnelle (10,80 %) et l'officine de pharmacie (3 %). Le tableau synthétique des résultats du test de χ^2 (Tableau 2) montre que les variables accessibilité géographique, assurance médicale, connaissance de l'offre de soins, gravité perçue du mal, nombre enfants, qualité de l'accueil, plateau technique et religion dont les probabilités sont inférieures à 0,05, exercent une influence sur le recours à l'offre publique de soins.

Tableau 2. Synthèse des résultats du test de χ^2

Variable indépendante		Recours à l'offre publique de soins			
		Oui (%)	Non (%)	Total (N)	P-value
Accessibilité géographique					0,0000
	Proche	74,76	25,24	210	
	Eloigné	41,37	58,63	290	
Âge du chef de ménage					0,42
	< 36 ans	58,6	41,4	116	
	36 ans et plus	54,4	45,6	384	
Assurance médicale					0,0002
	Oui	44,2	55,8	172	
	Non	61,3	38,7	328	
Connaissance de l'offre de soins					0,0000
	Exhaustive	76,4	23,6	123	
	Non exhaustive	48,5	51,5	377	
Gravité perçue du mal					0,0000
	Grave	66,3	33,7	365	
	Pas grave	25,9	74,1	135	
Niveau d'étude					0,4021
	Alphabétisé	51,9	48,1	108	
	Non alphabétisé	56,4	43,6	392	
Nombre d'enfants					0,0065
	Moins de 3	59,8	40,2	326	
	3 et plus	47,1	52,9	174	
Qualité de l'accueil					0,0003
	Bon	59,9	40,1	379	
	Mauvais	41,3	58,7	121	
Plateau technique					0,0151
	Bon	59,1	48,1	108	
	Moyen	56,4	43,6	392	
Quartier					0,2166
	Haut standing	46,7	53,3	45	
	Economique	56,3	43,7	455	
Religion					0,0063
	Christianisme	60,1	39,9	311	
	Autre	47,6	52,4	189	
Revenu					0,1514
	< 300 000 F CFA	56,8	43,2	419	
	300 000 F CFA et +	48,1	51,9	81	
Sexe					0,182
	Masculin	54	46	417	
	Féminin	62,7	37,3	83	

Source. Nos traitements statistiques (2021)

Par contre, l'âge du chef de ménage, le sexe, le niveau d'étude, le standing du quartier et le revenu (toutes les probabilités sont supérieures à 0,05), n'ont pas d'influence sur le recours à l'offre publique de soins. En insérant toutes les variables dans notre modèle de régression logistique, six en ressortent comme déterminants principaux du recours à l'offre publique (tableau 3).

Tableau 3. Modèle synthétique final de la Régression logistique

Term	Odds ratio	95%	C.i.	Coefficient	S. E.	Z-statistic	P-value
Accessibilité géographique	3,3916	1,9738	5,8279	1,2213	0,2762	4,4216	0,0000
Accueil	2,5652	1,5354	4,2855	0,9420	0,2618	3,5976	0,0003
Assurance médicale	4,9187	3,0429	7,9507	1,5930	0,2450	6,5018	0,0000
Connaissance offre	0,1481	0,0781	0,2808	-1,9102	0,3266	-5,8483	0,0000
Gravité du mal	3,2105	1,6797	6,1362	1,1664	0,3305	3,5292	0,0004
Plateau technique	2,2672	1,3907	3,6961	0,8185	0,2494	3,2826	0,0010
Constant	*	*	*	-1,3296	0,4309	-3,0857	0,0020

Source. Nos traitements statistiques (2021)

Les facteurs non déterminants en analyse uni-variée sont confortés en analyse multi-variée. Mais si les facteurs nombre d'enfants et religion sont corrélés au recours à l'offre publique de soins en analyse uni-variée, dans le modèle ajusté qui intègre les autres variables, l'association disparaît. Au terme de cette régression logistique, des tendances sont enregistrées à travers les odds ratio. Aussi, une meilleure accessibilité géographique (3,3), une connaissance exhaustive de l'offre de soins (0,14), l'absence d'assurance médicale (4,9), le bon accueil (2,5), la gravité perçue du mal (3,2) et le plateau technique (2,2), donnent-ils une probabilité plus forte de recours à l'offre publique de soins. En somme, les variables les plus déterminantes du recours à l'offre publique de soins sont: l'accessibilité géographique, la connaissance de l'offre de soins, l'assurance médicale, la qualité de l'accueil, la gravité perçue du mal et le plateau technique. Cette série de facteurs permet de constituer un modèle de recours à l'offre publique de soins dans la ville de Yamoussoukro axé sur trois piliers (Figure 2).

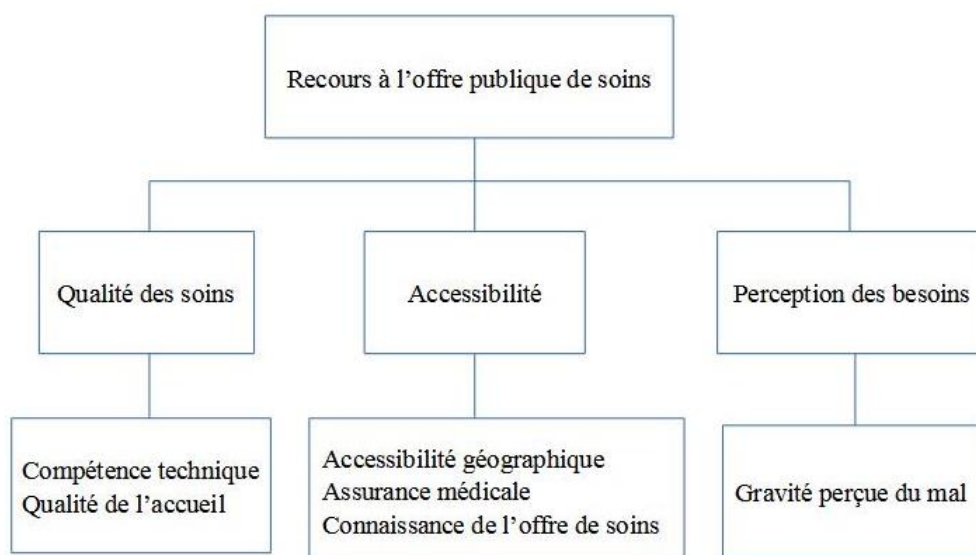


Fig. 2. Modélisation du recours à l'offre publique de soins (Kouassi, 2021)

L'accessibilité, la qualité des soins et la perception des besoins apparaissent alors comme les piliers qui influencent l'utilisation des services de santé. Le recours aux soins est en effet, un phénomène qui se réfère aux besoins de santé de la population, aux caractéristiques des individus, au comportement du professionnel et à l'organisation des systèmes de soins. La qualité des soins se résume en deux grandes dimensions à savoir la compétence technique (qualité du praticien, plateau technique) et les relations interpersonnelles (accueil). L'accessibilité ici est géographique et financière. La perception des besoins est vue comme la capacité du centre de santé à offrir des services pouvant satisfaire les besoins exprimés de la population ou la propension des ménages à utiliser les services offerts par le centre.

4 DISCUSSION

L'accès à des soins de qualité est l'un des déterminants fondamentaux de l'état de santé de la population. Si le secteur sanitaire public demeure le recours principal de la population infanto juvénile à Yamoussoukro, ces recours se font surtout en direction du CHR (67,50 %) qui est pourtant destiné à prendre en charge les problèmes de santé ne pouvant être assurés au premier échelon (centre de référence local).

Les patients semblent alors se détourner des soins au niveau primaire. Par ailleurs, l'accueil joue un rôle fondamental dans la qualité des soins perçue par les utilisateurs et donc dans le pouvoir d'attraction du centre de santé.

Les services de santé ne peuvent être utilisés que s'ils sont disponibles et accessibles. L'accès géographique aux soins dans la ville de Yamoussoukro est contrarié par une répartition spatiale de l'offre publique de soins concentrée au centre de la ville. Les dynamiques urbaines les plus importantes se localisent pourtant au sud-ouest, essentiellement à Kokrenou. Dans le fonctionnement du système national de santé, des ministères autres que celui de la santé, participent à l'offre publique de soins à travers leurs infrastructures sanitaires. C'est le cas dans la ville de Yamoussoukro, des Ministères de la Défense et de l'Enseignement supérieur avec l'Infirmier de la Garde Républicaine et le Centre médical de l'INPHB. Par ailleurs, le CSU de Dioulakro qui est la composante la plus récente (2009), est le fruit de la restructuration de l'annexe de la PMI. Ces centres sont assez méconnus des populations comme des composantes de l'offre publique de soins. Pourtant, plus un patient a une meilleure connaissance de l'éventail des structures sanitaires, plus ses possibilités de recours sont élevées et donc une plus grande probabilité de fréquentation que lorsqu'on en a une faible connaissance. L'appartenance à une mutuelle de santé peut également expliquer le recours aux services de santé dans la mesure où celle-ci prend en charge le coût des soins des adhérents en partie ou en totalité. Les ménages qui disposent d'une assurance médicale ne constituent que 34,40 % de l'échantillon et leurs recours sont cependant beaucoup plus tournés vers les structures sanitaires non étatiques (51,70%). L'offre publique de soins est sollicitée par 44,20 % des ménages.

La perception qu'un ménage a de la maladie de son enfant est l'un des facteurs qui l'amènent à recourir aux soins modernes. Les ménages ont souvent tendance à fréquenter un service de santé lorsqu'ils estiment que les signes cliniques du patient décrivent un caractère de gravité. Le cas échéant, des solutions alternatives sont pratiquées.

Malgré des différences d'ordre méthodologique, nos résultats peuvent être comparés à ceux d'autres recherches réalisées dans des contextes similaires. À Abidjan en Côte d'Ivoire, certaines études ont identifié comme facteurs déterminants du recours aux soins en milieu urbain, le mauvais accueil, le temps d'attente, le coût du transport, la taille des ménages et surtout le revenu [5], [19], [1]. La capacité économique des ménages apparaît comme un facteur accélérant la marginalisation sociale et la mise à l'écart d'une certaine classe de citoyens de services vitaux comme la santé. À Ouagadougou (Burkina Faso), l'étude menée par [13], conclut que les pratiques urbaines du recours aux soins sont le produit de multiples facteurs issus de différentes catégories explicatives qui apportent tous une contribution à l'explication des comportements vis-à-vis de la maladie. Il s'agit de la religion, le niveau scolaire, la connaissance de l'offre de soins environnante, la présence de médicaments au sein du ménage, mais aussi la perception de la maladie à travers la douleur et l'inquiétude. La connaissance de l'offre de soins environnante apparaît comme un élément indispensable aux démarches de soins dans la mesure où sa méconnaissance réduit la maîtrise de son quartier et de son territoire de soins. Au-delà de la connaissance stricte de l'offre de soins, il faut donc comprendre que l'intégration de l'individu à la ville, à son quartier, à des réseaux sociaux, joue un rôle de plus en plus important et particulièrement en ville où les structures familiales sont en pleine mutation, où la « grande » famille africaine s'éparpille et avec elle certaines solidarités (ibid.).

Dans la capitale mauritanienne Nouakchott, la qualité des soins mais aussi la gravité perçue du mal ont très souvent guidé les recours thérapeutiques [8]. La perception d'un caractère de gravité de la pathologie modifie l'attitude des ménages qui ne réagissent pas lors de la survenue d'un épisode morbide d'apparence banale. Dans ce contexte, c'est l'aggravation de l'état de santé qui conduit à un recours « spécialisé » dont le choix peut aussi être influencé par la perception de la maladie. À Bamako au Mali, la capacité économique du ménage et le niveau d'étude du chef de ménage apparaissent comme les principaux déterminants du recours aux soins [6]. Le niveau d'étude permet d'accroître les connaissances générales nécessaires par exemple à la compréhension des instructions du personnel de santé et aussi de mieux prendre en charge les enfants malades. Un niveau d'étude plus élevé suppose plus d'informations sur l'importance de fréquenter un établissement de soins en cas de maladie qu'un niveau d'étude moins élevé. Ce facteur culturel est aussi déterminant dans l'accès aux soins à Haïti. En effet, le déficit d'éducation de la population en général, et plus particulièrement en matière de santé, conditionne l'utilisation des services de santé [20]. Ce manque d'éducation de la population fait que la culture d'utilisation des services de santé ne se développe pas. Les mesures préventives n'étant pas connues, la population ne sait pas à quel moment une visite médicale est importante. Dans ce contexte, les patients se rendent souvent aux services de santé au stade terminal des maladies, ce qui complique singulièrement le travail des praticiens. L'offre de soins modernes constitue même le dernier recours thérapeutique. En cas d'épisode morbide dans ce pays, le guérisseur traditionnel demeure le premier recours des populations. Si certaines recherches montrent que les paramètres d'ordre économique ont un poids important dans les recours thérapeutiques et induisent des inégalités d'accès aux soins entre ménages de revenus différents, le revenu ne détermine pas nécessairement dans notre cas d'étude, l'utilisation des services de santé.

5 CONCLUSION

La finalité de cette étude sur l'utilisation des services publics de santé, est l'amélioration de la performance du système de santé qui reste une priorité pour les politiques sanitaires. Les recours de la population infanto-juvénile à l'offre publique de soins dans la ville de Yamoussoukro se fondent sur la trilogie qualité des soins, accessibilité et perception des besoins. La répartition inégale des services de santé plaide en faveur d'une nécessaire densification du maillage de l'offre publique de soins à travers la dotation en structures sanitaires de base, des quartiers Kokrenou et Résidentiel. La méconnaissance de l'éventail des structures sanitaires publiques interpelle sur l'utilité de stratégies de communication à mener suivant un principe de participation communautaire. L'insertion dans les formations médicales, de modules

portant sur les règles élémentaires de déontologie, le respect des autres et l'importance de l'accueil des patients, contribue de manière notable à une meilleure relation praticien/patient. Généralement, la qualité des prestations sanitaires, la rapidité d'accès aux examens et la gratuité des soins sont les attentes prioritaires des usagers des services publics de santé. Il apparaît alors nécessaire, de renforcer la couverture maladie universelle, d'équiper les laboratoires des CSU et d'assurer un approvisionnement régulier en médicaments essentiels.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé grâce au soutien financier du Programme d'Appui Stratégique à la Recherche Scientifiques (PASRES). Nous remercions nos sincères remerciements au Secrétaire exécutif et au Conseil scientifique de cette institution pour leur confiance.

REFERENCES

- [1] [1] A.D.F.V. Loba et E.J. Bosson, « Les déterminants du recours aux formations sanitaires publiques à Abidjan (Côte d'Ivoire) », *Revue de géographie du laboratoire Leidi*, n°13, 16p, 2015.
- [2] A. Dubresson, et S. Jaglin, *Gérer la ville du prince: le difficile exercice communal à Yamoussoukro (Côte d'Ivoire)*, Paris, Institut Français d'Urbanisme (IFU), Université Paris X-Nanterre, 68p, 1993.
- [3] DIRECTION REGIONALE DE LA CONSTRUCTION, DE L'URBANISME ET DE L'HABITAT (DRCUH) de Yamoussoukro, *Synthèse sur la situation domaniale et foncière*, 8p, 2008.
- [4] F. Grenié, *Yamoussoukro, étude urbaine: contribution à l'étude des petites villes de Côte d'Ivoire*, Mémoire de maîtrise, Abidjan, Université Félix Houphouët-Boigny, Institut de Géographie Tropicale (IGT), 93p, 1973.
- [5] G.B. Ouattara, *Analyse des facteurs influençant la demande de soins de santé dans la commune d'Abobo (Côte d'Ivoire)*, Mémoire de fin d'étude, Dakar, CESAG, 152p, 2003.
- [6] I. Coulibaly, B. Keita, et M. Kuepie, «Les déterminants du recours thérapeutique au Mali: entre facteurs socioculturels, économiques et d'accessibilité géographique», *Afrilux*, n°3, 16p, 2008.
- [7] INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE (INS), *Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH), 2014. Résultats globaux*, Secrétariat Technique Permanent, 14p, 2014.
- [8] I. Sy, M. Keita, O.M.Taleb, B. Lo, M. Tanner et C. Gueladio, «Recours aux soins et utilisation des services de santé à Nouakchott (Mauritanie): inégalités spatiales ou pesanteurs sociales ? » *Cahiers Santé*, vol 20, n°1, pp51-58, 2010.
- [9] J.F. Steck, *Transports par cars et dynamique spatiale en Côte d'Ivoire: le cas de Yamoussoukro*, Mémoire de maîtrise, Nanterre, Université Paris X-Nanterre, 175p, 1997.
- [10] J.L. Richard, *Accès et recours aux soins de santé dans la sous-préfecture de Ouessè (Benin)*, Thèse de doctorat, Neuchâtel, Université de Neuchâtel, 1134p, 2001.
- [11] J.N. Loucou, *Yamoussoukro: guide pratique*, Ministère de l'information, Abidjan, 62p, 1989.
- [12] M. Audibert, E. De Roodenbeke, A. Pavy-Letourmy, et J. Mathonnat, «Utilisation des services de santé en Afrique: l'approche communautaire en termes d'offre de soins est-elle une réponse? » Communication présentée au Développement durable et santé dans les pays du sud, Lyon, 22p, 2004.
- [13] M.C. Harang, *Système de soins et croissance urbaine dans une ville en mutation: le cas de Ouagadougou (Burkina Faso)*, Thèse de doctorat, Paris, Université Paris X Nanterre, 501p, 2007.
- [14] M. Dieng, M. Audibert, J.Y. Le Hesran, et A.T. Dial, *Déterminants de la demande de soins en milieu urbain dans un contexte de subvention à Pikine, Sénégal, Série études et documents du CERDI*, Etudes et Documents n° 15, 28p, 2014.
- [15] MINISTERE DE LA SANTE ET DE L'HYGIENE PUBLIQUE, *Plan National de Développement Sanitaire (PNDS) 2013-2015*, 55p, 2012.
- [16] MINISTERE DE LA SANTE ET DE L'HYGIENE PUBLIQUE, *Rapport Annuel sur la Situation Sanitaire (RASS, 2015)*, 378p, 2016.
- [17] MINISTERE D'ETAT, MINISTERE DU PLAN ET DU DEVELOPPEMENT (MEMPD), *Études monographiques et économiques des Districts de Côte d'Ivoire. District autonome de Yamoussoukro*, 264p, 2015.
- [18] M. Querre, *Étude sur l'utilisation des services médicaux en Côte d'Ivoire*, rapport de mission, KFW, GTZ, Coopération financière franco-ivoirienne, 67p, 2001.
- [19] M. Ymba, *Accès et recours aux soins de santé modernes en milieu urbain: le cas de la ville d'Abidjan (Côte d'Ivoire)*, Thèse de doctorat, Artois, Université d'Artois, 280p, 2013.
- [20] S. Juin, *Diagnostic de l'accessibilité aux soins de santé en Haïti*, Mémoire de master (Mc.Sc.), Montréal, Université de Montréal, 160p, 2012.
- [21] V.K. Wyss, I. Sy, C. Gueladio, et M. Tanner, *Urbanisation et santé à Rufisque (Sénégal). Enjeux et perspectives dans une ville de l'Afrique de l'Ouest*, *Medicus Mundi Schweiz, Bulletin* n°110, 92p, 2006.

Identification des aquifères de fracture en milieu cristallophyllien: Contribution de la méthode de résistivité électrique (Bouna, Nord-Est de la Côte d'Ivoire)

[Identification of fracture aquifers in crystallophyllian area: Contribution of the electrical resistivity method (Bouna, North-East Côte d'Ivoire)

Djroh Simon Pierre^{1,2}, Ouattara Yacouba¹, Soro Donissongou Dimitri¹, Kouamelan Kouamelan Serge¹, N'Zi Kouamé Ange Aristide^{1,2}, Gnoleba Serge Pacome Dégine³, and Kouamé Loukou Nicolas¹

¹Laboratoire de Géologie, Ressources Minérales et Énergétique, UFR Sciences de la Terre et des Ressources Minières (STRM), Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

²Bureau de Recherche Géophysique Côte d'Ivoire, Abidjan, Côte d'Ivoire

³Ministère des Mines et de la géologie, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 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 was carried out in order to fill the drinking water deficit of rural populations in the Department of Bouna, a locality located in the North-East of Côte d'Ivoire. The method used is that of electrical resistivity (electrical profiling and vertical surveys) which is based on the measurement of electrical resistivity contrasts of crystallophyllian formations using a Sycal Pro resistivimeter. The results identified conductive corridors within the crystallophyllian basement rocks, corresponding to fractures that are preferentially oriented N-S, NE-SW and NW-SE. The electrical drillings carried out in the right of these conductors allowed the identification of three terrains made up of a superficial cover, a conductive complex and a basement within which potential aquifers are individualised. These results, coupled with the geological data, made it possible to propose ten hydraulic drilling locations. Five control boreholes were drilled in each village, with an average flow rate of 2.25 m³/h, thus making it possible to overcome the drinking water deficit in the five localities.

KEYWORDS: electrical resistivity, crystalline basement, groundwater, Bouna, Côte d'Ivoire.

RESUME: Ce travail a été réalisé en vue de combler le déficit d'eau potable des populations rurales dans le Département de Bouna, localité située au Nord-Est de la Côte d'Ivoire. La méthode utilisée est celle de la résistivité électrique (trainé et sondage électriques) qui est fondée sur la mesure des contrastes de résistivité électrique des formations cristallophylliennes à l'aide d'un résistivimètre Sycal Pro. Les résultats obtenus ont permis d'identifier, au sein du socle cristallophyllien, des couloirs conducteurs qui correspondent aux fractures orientées préférentiellement N-S, NE-SW et NW-SE. Les sondages électriques effectués au droit de ces conducteurs ont permis d'identifier trois terrains constitués d'un recouvrement superficiel, d'un complexe conducteur et d'un socle sein à l'intérieur duquel s'individualisent des aquifères potentiels. Ces résultats couplés, aux données géologiques, ont permis de proposer dix bornes d'implantation de forage hydraulique. Cinq forages de contrôle, effectués par village, ont relevé en moyenne un débit de 2,25 m³/h; permettant ainsi de pallier au déficit en eau potable des cinq localités.

MOTS-CLEFS: résistivité électrique, socle cristallin, eaux souterraines, Bouna, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

L'eau est un élément essentiel, une ressource indispensable à la pérennité de toutes formes de vie, de tout écosystème. Elle est aussi un bien à caractère socio-économique incontestable. La réduction de sa quantité et la dégradation de sa qualité ont des effets négatifs graves sur toute forme de vie. En effet, la contamination des eaux par les activités anthropiques est en partie responsable du fait que les réserves d'eau potable diminuent (Youan Ta *et al.*, 2020 [1]). De plus, le réchauffement et les changements climatiques observés ces dernières décennies ont contribué à la mise en exergue des problèmes liés à l'eau, tel que la baisse de la recharge des nappes souterraines dans certaines régions (Brida, 2008 [2]; Soro *et al.*, 2015 [3]). En Côte d'Ivoire et dans plusieurs pays africains, les eaux souterraines constituent la principale source d'approvisionnement des populations vivant en milieu rural (Youan Ta, 2008 [4]). Ces eaux sont

exploitées à l'aide de forages équipés de pompe manuelles ou immergées. Cependant, la disponibilité et le captage des eaux souterraines, surtout en milieu de socle, en vue de satisfaire les besoins des populations rurales constituent une question cruciale pour les autorités en charge des programmes hydrauliques. En effet, les formations de socle (97,5% de la géologie de la Côte d'Ivoire) sont des milieux très hétérogènes où la réalisation d'un forage ne garantit pas l'obtention d'un point d'eau ayant la quantité et la qualité nécessaire pour satisfaire une certaine population. De ce fait, la réalisation d'un forage doit être précédé d'études afin de mieux appréhender le milieu souterrain. La présente étude a été conduite au Nord-est de la Côte d'Ivoire où le taux d'accès à l'eau potable est assez faible. L'objectif de cette étude vise à détecter, à partir des contrastes de résistivité électrique, les aquifères de fracture au sein du socle cristallin pour l'implantation des ouvrages de captage pour pallier au déficit en eau potable de la zone de Bouna.

2 CADRE GEOGRAPHIQUE ET CONTEXTE GEOLOGIQUE

La région de Bouna est située au Nord-Est de la Côte d'Ivoire (Figure 1). Elle s'étend sur une superficie de 15 380 km² et est délimitée au Nord par les départements de Doro et de Téhini, au Sud, par les départements de Bondoukou et Nassian, à l'Est par les Républiques du Ghana et Burkina Faso, et à l'Ouest par le département de Ferkessédougou. La région est drainée par deux fleuves qui sont la Comoé, dont les principaux affluents sont le Nalidia, Iringou, Kongo, Boin et Bavé; et la Volta Noire qui constitue la frontière naturelle avec le Ghana à Est. Ses principaux affluents sont le Koulou, Bineda, Koulodjo et Holodjo (CI-energies, 2019) [5].

Selon Tagini (1971) [6], Bessoles (1977) [7] et Lüdtke et *al.* (1999) [8], les formations géologiques se regroupent en trois unités. Les roches supracrustales du super groupe birimien qui sont composées de roches volcaniques, volcanoclastiques, schistes, amphibolites et gneiss. Les roches intrusives qui regroupent les granites à muscovite, les granodiorites à biotite, les monzodiorites et diorites quartziques; et les roches cénozoïques qui sont les reliques d'érosion de cuirasse latéritique ferrique, sables et graviers alluvionnaires (Figure 2).

Sur le plan hydrogéologique, deux types d'aquifères sont présents. Il s'agit des aquifères d'altérite et de fractures ou de fissures situés au sein du socle cristallophyllien entre 22 et 71 m de profondeur (Richard, 2017) [9].

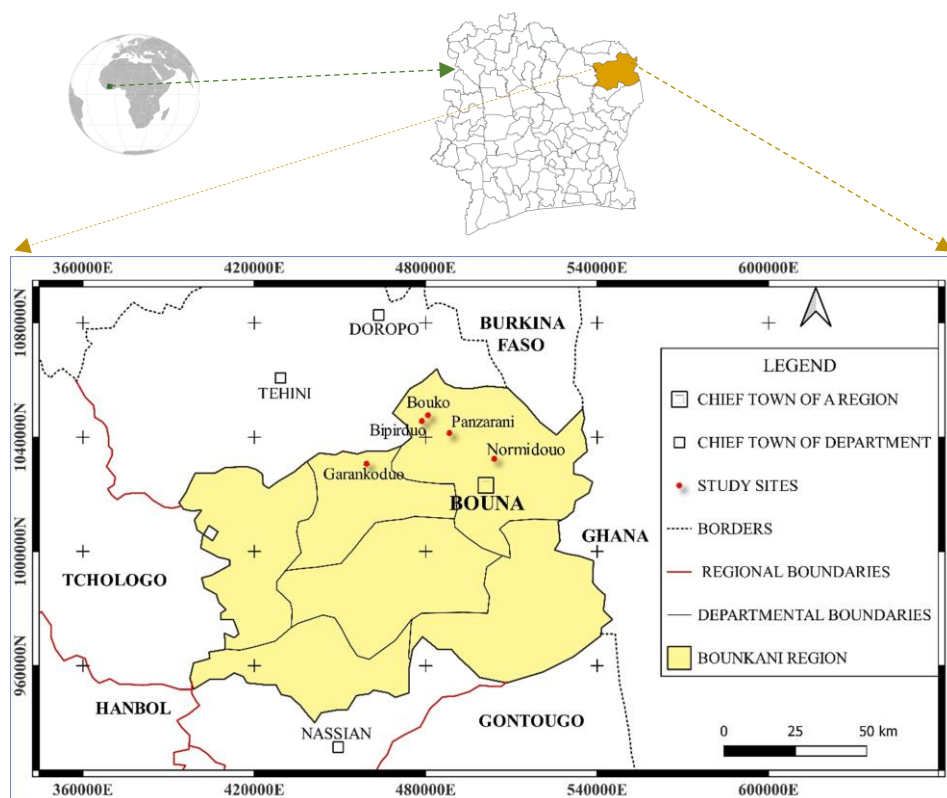


Fig. 1. Carte de localisation

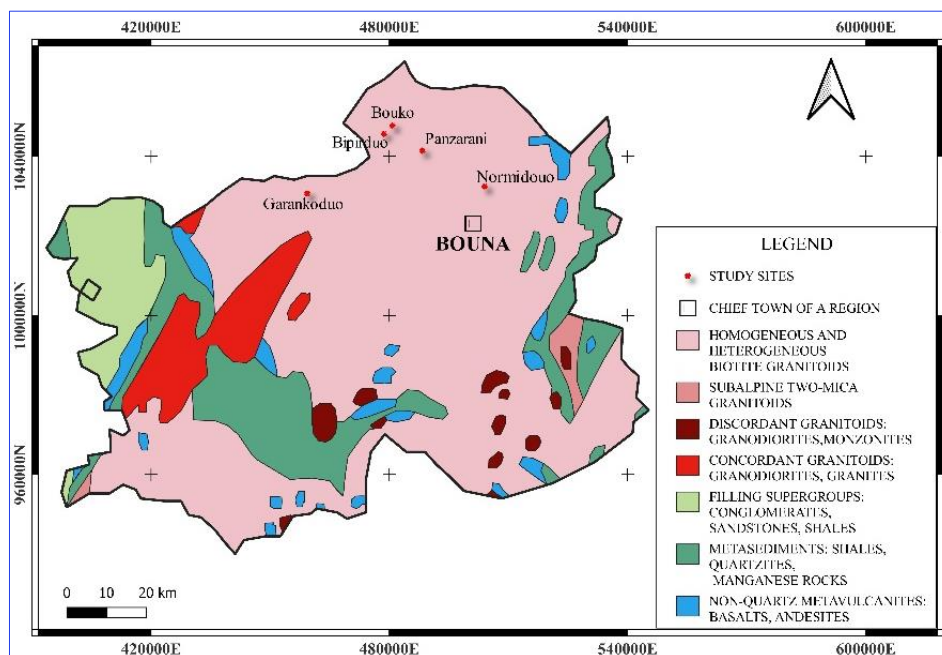


Fig. 2. Géologie de la zone d'étude, Tagini (1971 [6])

3 METHODOLOGIE

La présente étude porte sur la mesure des contrastes de résistivité électrique avec un résistivimètre Syscal Pro en mode profilage et sondage électriques.

Le mode profilage électrique a été réalisé avec une configuration rectangle. Ce dispositif est caractérisé par l'injection de courant avec un grand dipôle (AB) aux extrémités de chaque profil de mesure; et à la mesure de la différence de potentiel (ddp) avec un dipôle de réception (MN) (Figure 3). Selon Chapellier (1981) [10], la résistivité apparente (ρ_a) mesurée intègre les paramètres géométriques liés aux séparations entre les électrodes d'injection et de réception suivant l'équation (1):

$$\rho_a = \frac{2 \cdot \pi \cdot V_p}{I \cdot \left(\frac{1}{AM} + \frac{1}{BM} + \frac{1}{AN} + \frac{1}{BN} \right)} \quad (1)$$

Où V_p : voltage primaire (mv); I : courant injecté (ma)

Les électrodes A et B sont des électrodes fixes qui sont utilisées pour la transmission du courant électrique aux extrémités de chaque profil. Quant à l'électrode de réception MN, elle est déplacée à chaque station de mesure au pas de 20 m. Cette technique donne une excellente résolution sur la distribution latérale des contrastes de résistivité électrique qui reflètent les variations lithologiques du sous-sol et permettent ainsi d'identifier des fractures au sein du socle cristallophyllien (Boudoukha, 2008 [11]; Kouakou et al., 2015 [12] et Sombo, 2012 [13]).

Le sondage électrique donne une bonne résolution sur la variation transversale de la résistivité. Cette technique permet d'apprécier l'évolution des contrastes de résistivité qui sont associés aux variations transversales de la lithologie (Koussoubé, 2003 [14]). Elle a permis d'estimer la profondeur et la puissance des aquifères de fracture à partir des sections géo-électriques obtenues après interprétation des courbes de sondage électrique. Au total, dix sondages électriques (SE) ont été réalisés avec le dispositif Schlumberger dans les cinq villages. Ce dispositif est un quadripôle symétrique AMNB, avec un dipôle d'injection (AB) et un dipôle réception (MN) pour la mesure du potentiel primaire (V_p).

Cinq forages hydrauliques ont été effectués aux droits des points de sondage électrique présélectionnés. Ils ont permis d'établir des coupes géologiques qui, par corrélation avec les logs géo-électriques, vont contribuer à une meilleure caractérisation des aquifères de fracture identifiés.

Les données de résistivité apparente et de forage hydraulique ont été traitées respectivement avec les logiciels Geosoft (V7.01), Winsev (V2. 3) et Strater (2.0). Les profils de résistivité ont été réalisés avec le logiciel Geosoft. L'inversion des courbes de sondage électrique a été possible avec le logiciel Winsev et, les logs géo-électriques ainsi que les coupes géologiques sont établies avec le logiciel Strater.

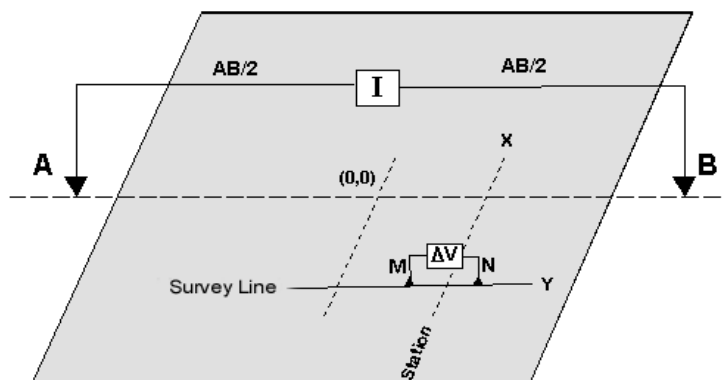


Fig. 3. Configuration Rectangle

4 RESULTATS ET DISCUSSION

4.1 PROFILS DE RÉSISTIVITÉ ÉLECTRIQUE

Les résultats du profilage sont présentés sous forme de profil de résistivité (courbe de résistivité) pour les cinq localités.

Panzarani: Trois (03) axes conducteurs (A1, A2 & A3) sont identifiés sur les profils du trainé électrique. Ils matérialisent les effets des fractures N-S au sein du socle cristallin. Les axes A1 et A3 sont les plus expressifs et présentent respectivement des anomalies larges de 90 et 30 mètres. Aux droits de celles-ci, deux sondages électriques (SE1 & SE2) pour apprécier la variation verticale des résistivités (Figure 4-A).

Bipirdouo: la Figure 4-B présente deux profils de résistivité électrique qui mettent en évidences des anomalies de forme en "U" et de type "CCE" (compartiment conducteur étroit). L'anomalie "U" est localisée sur le profil L1 et présente une ouverture de 70 m environ. Sa continuité latérale sur le profil L2 définit un axe conducteur A1 sur lequel est implanté un sondage électrique (SE1). Les anomalies de type CCE sont faiblement exprimées sur les deux profils. Néanmoins, un axe conducteur A2 s'individualise à l'extrémité nord-est du profil L2 où un sondage électrique SE2 est implanté pour étudier la distribution verticale de la résistivité (Figure 4-B).

Bouko: les profils de résistivité de ce site présentent des anomalies peu contrastées. Deux axes conducteurs (A1 & A2) sont identifiés aux extrémités nord et sud du profil L1. Ils montrent deux anomalies plus ou moins ouvertes dont les largeurs avoisinent 70 m pour A1 et 30 m pour A2 (Figure 4-C). Sur ce site, deux sondages électriques, SE1 sur A1 et SE2 sur A2, ont été réalisés pour apprécier la profondeur et la puissance des aquifères de fractures identifiés.

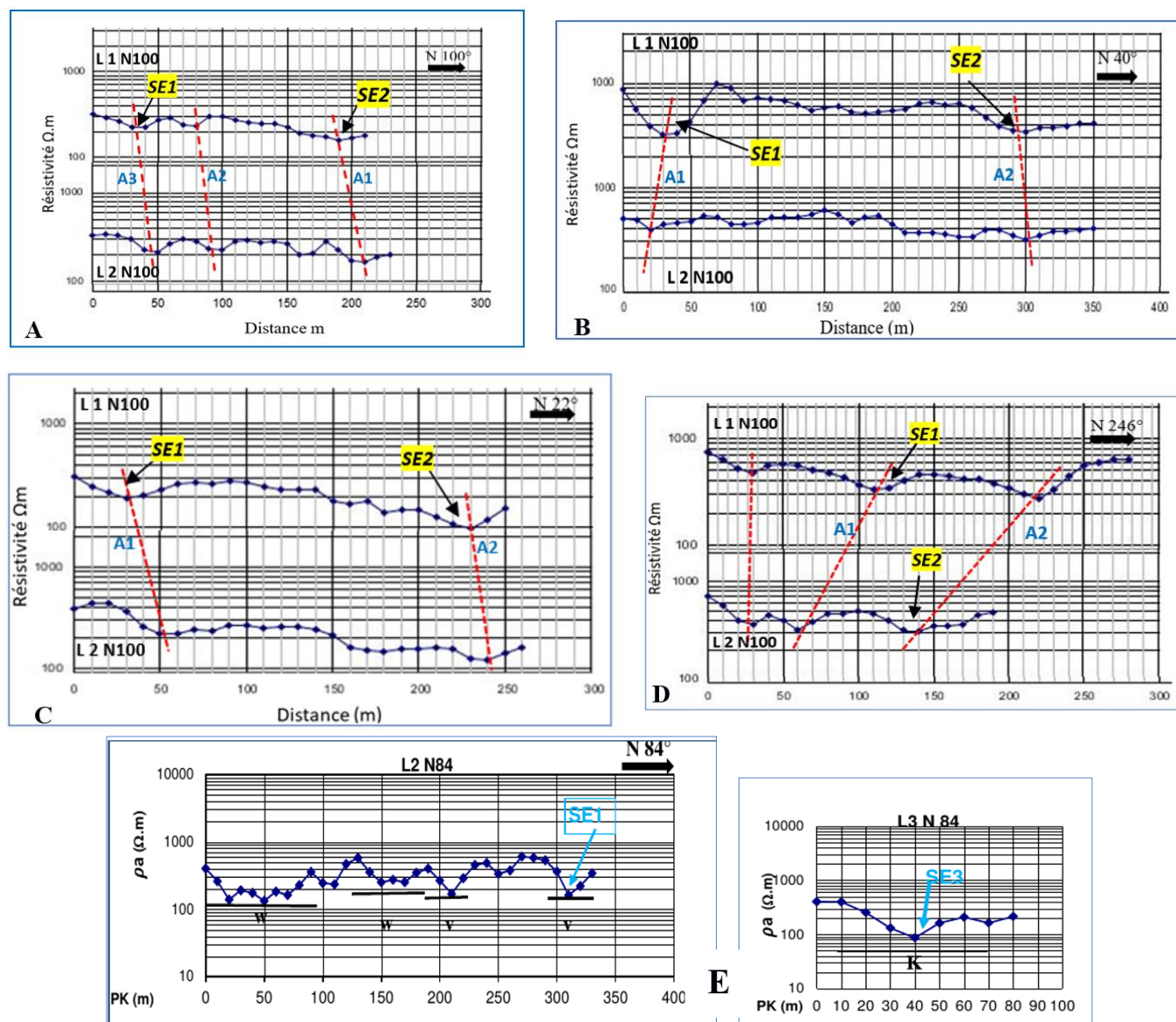


Fig. 4. Profils de trainé électrique des différents sites. A: Panzarani, B: Bipirdouo, C: Bouko, D: Garankodouo et E: Normidouo

Garankodouo: les courbes de résistivité du trainé électrique présentent trois axes conducteurs intéressants qui marquent la présence d'aquifère de fracture. Les axes A1 & A2, orientés N-S, sont plus expressifs et sont caractérisés par une ouverture qui avoisine respectivement 60 et 40 m (Figure 4-D). Deux points de sondage ont été proposés, SE1 sur L1 et SE2 sur L2. On note également la présence d'un couloir conducteur de direction NW-SE à l'extrémité sud-ouest des deux profils.

Normidouo: les profils de résistivité en mode profilage de ce site sont présentés à la Figure 4-E. Quatre anomalies dont deux de forme W qui sont de type CCL et deux anomalies de forme V du type CCE sont mis en évidence sur le profil L2, contre une seule anomalie de forme K (type CCL) sur le profil L3. Un sondage électrique a été réalisé sur chaque profil (Figure 4-E).

4.2 SONDAGE ELECTRIQUE

Les résultats des sondages électriques sont présentés sous forme de courbe et de Log de résistivité apparente traduisant une variation verticale de la résistivité apparente des différentes lithologies qui permettent ainsi d'estimer le nombre de couche géo-électrique, leur épaisseur et la puissance des aquifères potentiels.

Au niveau de Panzarani, deux sondages (SE1 et SE2) ont été réalisés. Les courbes présentent une allure en forme de "fond de bateau" (Figure 5-A), qui montrent généralement l'existence de trois couches. Une première couche de résistivité apparente 195 $\Omega.m$ et d'épaisseur 6 m représentant la latérite. Une seconde couche de résistivité apparente 30 $\Omega.m$ et d'épaisseur 14 m correspond à la zone de l'aquifère des altérites. Enfin, la troisième couche de résistivité apparente supérieur à 3000 $\Omega.m$ représente le socle au sein duquel

une fracture potentielle est mise en évidence à environ 40 et 50 m de profondeur respectivement sur les sondages SE1 et SE2 (Figure 5. A1 & A2).

Sur le site de Bipirdouo, deux sondages électriques (SE1, SE2) ont été effectués. Les courbes obtenues présentent les mêmes caractéristiques que celles de Panzarani. Elles montrent trois couches caractéristiques (Figure 5-B).

La première couche, de résistivité comprise entre 100 Ω .m et 300 Ω .m et d'épaisseur 5 m, représente les altérites ou la cuirasse latéritique. Elle indique le recouvrement superficiel. La seconde couche, de résistivité comprise entre 30 Ω .m et 70 Ω .m et d'épaisseur 10 m, traduit la signature d'un aquifère d'altérite. La troisième couche a une résistivité supérieure à 3000 Ω .m et correspond à la réponse du socle cristallin. Seul le sondage SE2 présente un aquifère potentiel situé à 45 m de profondeur (Figure 5-B2).

Sur le site de Bouko, deux sondages électriques (SE1 et SE2) ont été réalisés (Figure 6). Les courbes de sondage en "fond de bateau" présentent les mêmes caractéristiques que celles des deux premiers villages. Elles révèlent trois niveaux caractéristiques qui se composent d'un recouvrement superficiel latéritique avec une résistivité de 1500 Ω m associée à la cuirasse latéritique, un complexe conducteur de résistivité comprise entre 7 Ω m et 50 Ω .m et d'épaisseur 15 m qui correspond à l'aquifère d'altérite, et un socle cristallin de résistivité supérieure à 3000 Ω .m. Le socle présente une zone potentiellement fracturée qui sont située autour de 40 m de profondeur sur les sondages SE1 et SE2 (Figure 6).

En ce qui concerne le site de Garankodouo, deux sondages ont été également effectués (Figure 7). La courbe du sondage SE1 montre une courbe en "cloche puis en fond de bateau" qui traduit quatre couches tandis que la seconde courbe de sondage (SE2) présente une allure en "fond de bateau" caractéristique de trois terrains. La courbe de sondage (SE1) serait due à une décroissance progressive de la résistivité dans la partie superficielle, avec des intercalations de niveaux résistants, avant d'atteindre le complexe conducteur. Par ailleurs, la différence du nombre de couches sur l'ensemble des sondages de ce secteur serait l'expression de la topographie et de l'intensité de l'érosion.

Les courbes de sondage de Normidouo se répartissent en deux groupes (Figure 8). Le premier, fait de courbes en "fond de bateau puis en cloche", est représenté par la courbe du sondage SE1. Le deuxième, caractérisé par une courbe en "cloche puis en fond de bateau", est exprimé sur la courbe du sondages SE2. Les différentes allures des courbes seraient liées à la présence d'une ou plusieurs fractures à potentialité hydrogéologique localisées au sein du socle à des profondeurs de 50 m pour le sondage SE1 et 60 m pour SE2.

4.3 CORRELATION ENTRE SONDAGE GÉO-ÉLECTRIQUE ET SONDAGE MÉCANIQUE

L'analyse des sondages géo-électriques et les logs de forage mécanique permet d'établir des corrélations entre les couches géo-électriques et les lithologies associées.

L'épaisseur d'altérite déterminé par le sondage mécanique (forage) est la même que celle trouvée par le sondage géo-électrique. Ainsi, une bonne corrélation a été faite entre la coupe géo-électrique du sondage et la coupe lithologique des forages dans les localités de Panzarani (Figure 9-A) et de Bipirdouo (Figure 9-B). Par contre, les niveaux de l'horizon fissuré et du socle cristallin montrent des résistivités sensiblement voisines et sont perçus comme un seul terrain sur la courbe de sondage (Figure 9). On a également une bonne corrélation entre le sondage géo-électrique et le sondage mécanique car l'épaisseur d'altérite est la même sur les deux sondages dans la localité de Bouko. Les profondeurs des arrivées d'eau ont été trouvées à la même profondeur (Figure 9-C).

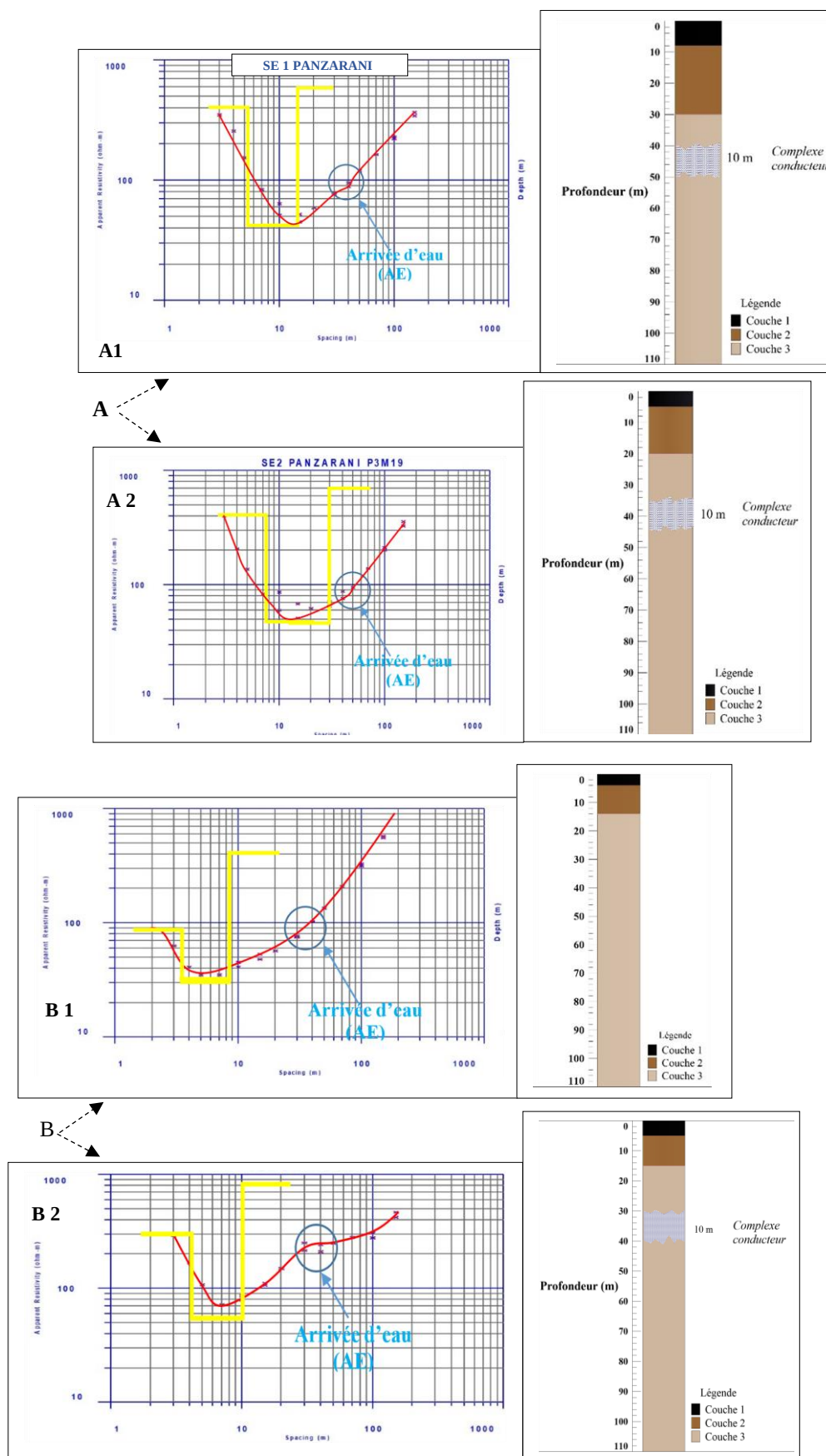


Fig. 5. Courbes de sondage électrique et log géo-électrique associés. A: Site de Panzarani et B: Site de Bipirdouo

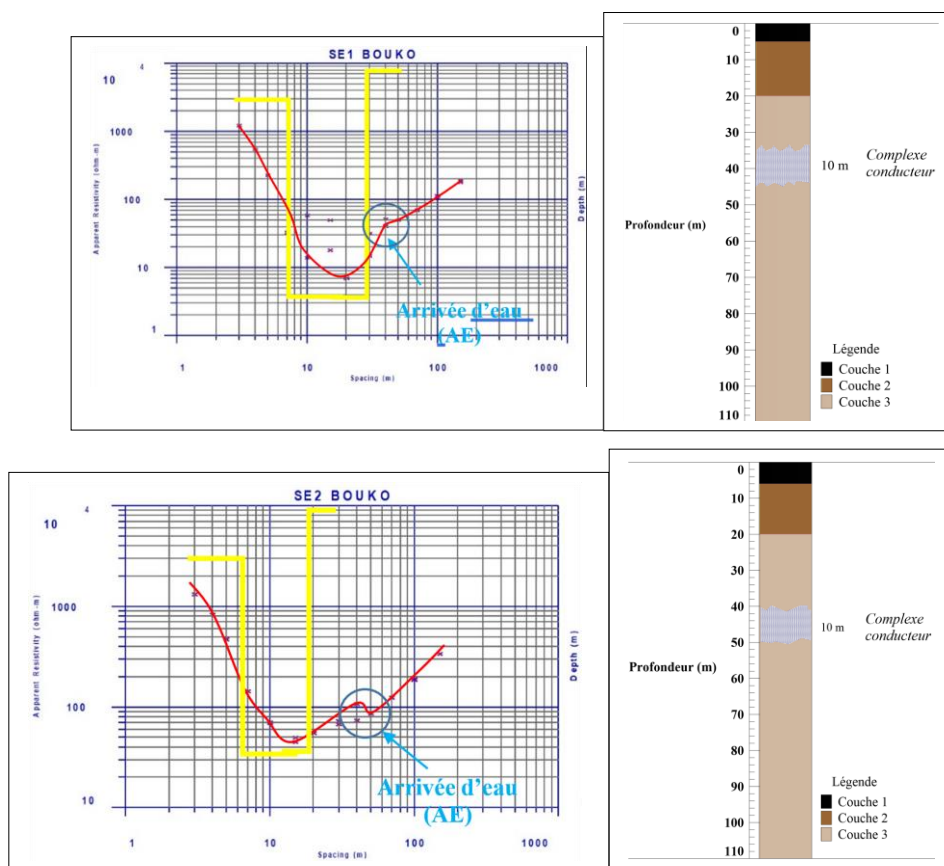


Fig. 6. Courbes de sondage électrique et log géo-électrique associés, site de Bouko

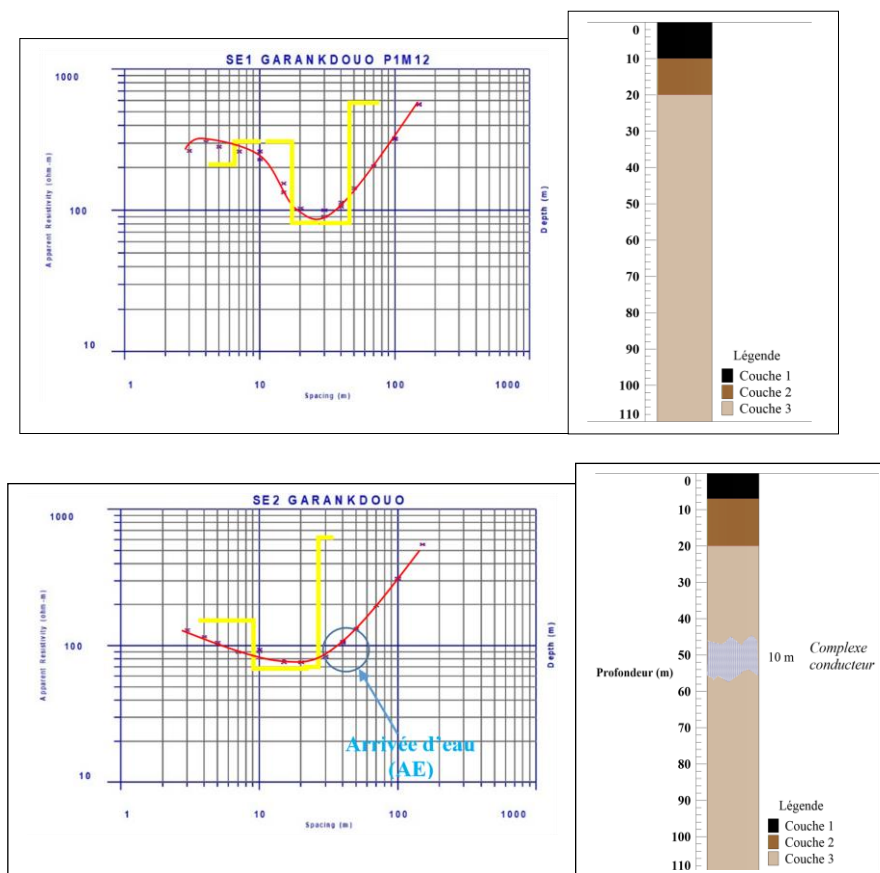


Fig. 7. Courbes de sondage électrique et log géo-électrique associés, site de Garankodouo

Sur les sondages électriques de Garankodouo (Figure 9-D) et Normidouo (Figure 9-E), l'épaisseur d'altération a été surestimée (Indiquée si possible les valeurs par rapport à celles des forages correspondants. Les dissimilitudes de l'épaisseur d'altération observées entre les sondages électriques et les forages correspondants, seraient dues à la présence de nombreuses fractures gorgées d'eau, comme en témoignent les arrivées d'eau (AE) matérialisées sur les coupes lithologiques. Dans ces conditions, l'eau de faible résistivité donne au niveau du signal électrique du sondage une impression d'une forte épaisseur d'altération et donc d'un substratum profond. Alors, la partie du substratum qui est en réalité conductrice à cause de la présence d'eau, est considérée au niveau du sondage comme une partie de l'altération. C'est ce qui pourrait expliquer les fortes épaisseurs d'altération notées sur certains sondages électriques.

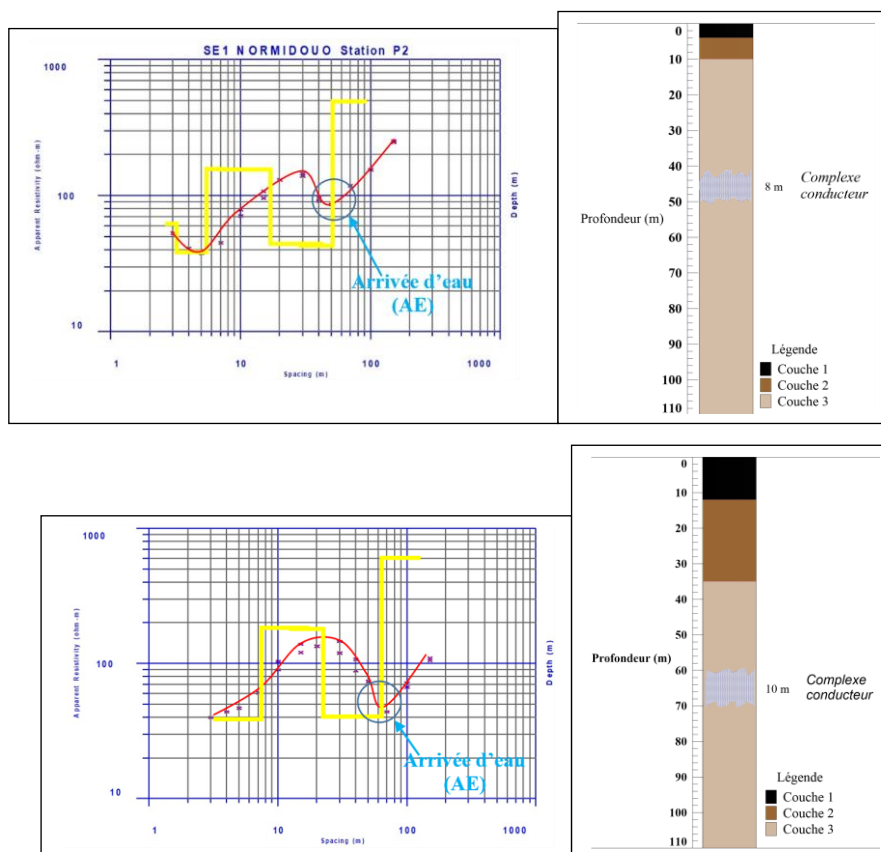


Fig. 8. Courbes de sondage électrique et log géo-électrique associés, site de Normidouo

5 DISCUSSION

La question d'alimentation en eau potable en zone de socle est l'une des préoccupations majeures de l'hydrogéologie. Ce qui nécessite la connaissance du sous-sol pour mieux caractériser les aquifères. Plusieurs travaux antérieurs ont abordé ce problème en utilisant les méthodes de la télédétection et des SIG (Savane, 1997 [15]; Jourda, 2005 [16]; Youan Ta, 2008 [4]; Lasm *et al.*, 2012 [17]) et de la géophysique à partir des méthodes électriques (Sombo *et al.*, 2011 [18]; Kouakou *et al.*, 2012 [19]; Kouakou *et al.*, 2015 [12]).

Les prospections géophysiques par la méthode de résistivité électrique réalisées dans le département de Bouna ont permis de mettre en évidence plusieurs couloirs conducteurs qui traduisent la signature des fractures à potentialité hydrogéologique au sein du socle cristallophyllien. En effet, selon Sombo (2006) [20], les zones d'anomalies conductrices sont le plus souvent associées à des zones de discontinuités (zones de contact et/ou fractures).

En outre, des études antérieures (Engalenc *et al.*, 1979 [21]; Savane, 1997 [15]; Kouadio, 2015 [22]) ont montré que les fractures parallèles à la direction des contraintes de compression sont ouvertes, alors que celles qui en sont orthogonales se trouvent fermées. Celles qui sont ouvertes sont susceptibles d'emmagasinier de l'eau, donc favorables à la productivité des ouvrages, tandis que celles qui sont fermées ne peuvent pas jouer un rôle hydrogéologique (Kouakou *et al.*, 2015 [12]). Ainsi les fractures de directions NE-SW (direction éburnéenne) et N-S (parallèles à la contrainte de compression des séries précambriennes) sont considérées comme des fentes de tension qui sont ainsi prometteuses pour des investigations des eaux souterraines. Tandis que les fractures d'orientation NW-SE et E-W, orthogonales aux contraintes de compression seraient fermées, donc peu pénétrables.

Selon Sombo *et al.* (2011) [18], les courbes de sondages électriques de type H (courbe en “fond de bateau”) caractérisent les régions à cuirasses latéritiques. Ce qui en conformité avec nos résultats de sondage qui présentaient dans la majorité des courbes en “fond de bateau”, en dehors de Normidou et Garankodouo où nous avons obtenu à la fois des courbes en “cloche” puis en “fond de bateau”.

Cette lithologie est corroborée par les résultats des travaux de Youan (2008) [4]. Ce dernier montre que les formations superficielles de la région de Bondoukou, localité proche du département de Bouna, sont essentiellement composées des cuirasses latéritiques.

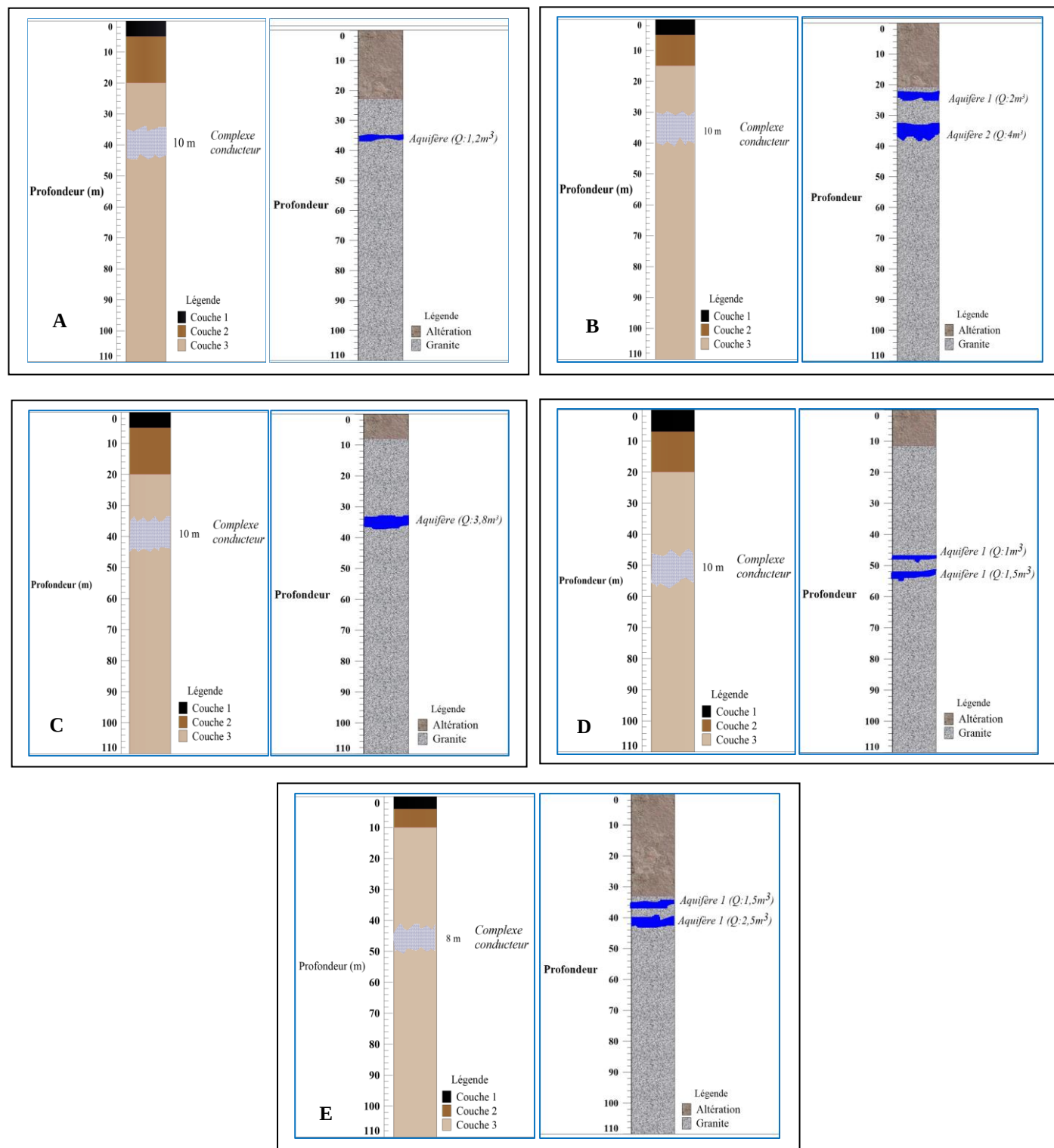


Fig. 9. Corrélation Logs géo-électrique et logs géologiques des différents sites: A = Panzarani, B = Bipirdouo, C = Bouko, D = Garankodouo et E = Normidou

D'après Lasm (2000) [23], dans des conditions géologiques particulières (matériaux d'altération argilo-sableux notamment), la résistivité électrique n'est pas un indicateur univoque de la ressource en eaux souterraines.

De ce fait, les variations de résistivité peuvent être interprétées non seulement, comme des variations de la teneur en eau, mais aussi de la teneur en argiles des horizons du sous-sol. Dans ce cas, les forages mécaniques ont été un apport considérable, puisqu'ils nous ont permis de confirmer de façon physique la succession des couches géologiques, ainsi que les différentes arrivées d'eau observées sur les courbes de sondages électriques.

6 CONCLUSION

La présente étude avait pour objet d'identifier les aquifères de fracture par la mesure des contrastes de résistivités électriques dans le Département Bouna. Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence, au sein du socle, des fractures ouvertes et orientées N-S, NW-SE et NE-SW. Les corrélations entre les logs géo-électriques et géologiques ont révélé que l'épaisseur du complexe d'altération avoisine 12 m et les aquifères de fracture sont situés autour de 50 m environ. Aussi, les forages hydrauliques réalisés ont montré que l'aquifère est essentiellement granitique et ont estimé les débits utiles à 4,15; 3,85; 2,5; 1,5 et 1,25 m³/h respectivement à Bouko, Bipirdouo, Normidouo, Garankodouo et à Panzani. La mesure des contrastes de résistivité électrique contribue grandement dans la cartographie des aquifères de fracture en milieu cristallophyllien.

REMERCIEMENTS

Les auteurs témoignent leur gratitude au Bureau de Recherche Géophysique qui a accepté, dans le cadre de ce projet universitaire, de mettre à notre disposition les données d'étude de terrain.

REFERENCES

- [1] Youan TA M., Lasm T., Jourda J. P., Saley M.B., Adja G.M., Kouame K. et Biemi J. Cartographie des eaux souterraines en milieu fissuré par analyse multicritère: Cas de la région de Bondoukou (Côte-d'Ivoire). *Revue internationale de géomatique*. 21, 1: 43-71, 2011.
- [2] Brida A. Etude statistique des écoulements et bilan hydrique des cours d'eau en Côte D'Ivoire. Mémoire de DEA. Université D'abobo-Adjame, 114 p., 2008.
- [3] Soro T. D., Soro N., Oga Y. M. S., Lasm T., Soro G., Ahoussi K. E. et Biémi J. La variabilité climatique et son impact sur les ressources en eau dans le degré carré de Grand-Lahou (Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire), *hysio-Géo*. Volume 5 | -1, 55-73, 2015.
- [4] Youan Ta M. Contribution de la télédétection et des systèmes d'informations géographiques à la prospection hydrogéologique du socle précambrien d'Afrique de l'Ouest: cas de la région de Bondoukou Nord Est de la Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat unique, Université de Cocody-Abidjan (Côte d'Ivoire), 236 p., 2008.
- [5] CI-Energies. Rapport provisoire ministère du pétrole, de l'énergie et des énergies renouvelables: plan cadre de gestion environnementale et sociale dans la région de Bounkani 16p., 2019.
- [6] Tagini B. Esquisse structurale de la cote d'ivoire. Essai géotectonique régionale. *Thèse d'Etat Univ. Lausanne*. Sodemi bull. n°5, 302p., 1971.
- [7] Bessoles B. Géologie de l'Afrique le craton ouest africain. Bureau de recherches géologiques et minière. (BRGM) n° 88, pp 1-144, 1977.
- [8] Lüdtke G., Hirdes W., Konan G., Kone Y., Yao C., Diarra S. et Zamblé Z. Géologie de la région haute Comoé nord, avec carte géologique 1/100000. Bulletin n°1, ed.: République du Côte d'Ivoire; Ministère des ressources minières et pétrolières.; direction de la géologie, 178 p, 1999.
- [9] Richard F. Investigation géophysique appliquée à l'hydrogéologie département de géologie et de génie géologique, Université Laval, 2017.
- [10] Chapellier. De l'importance des cartes de résistivités. *eclogae geologicae helvetiae*, n°74, 9 p, 1981.
- [11] Boudoukha A. Identification des aquifères profonds par la prospection électrique. Application à l'Est algérien. *Sci. Technol. A*, 28, 47-52, 2008.
- [12] Kouakou K. E. G., Dosso L., Kouame L. N., Sombo B. C. et Sombo A. P. Contribution des méthodes de résistivité électrique à la recherche d'eau en milieu cristallin: cas de Yakasse-Attobrou et d'Abié, région de la Mé. Côte d'Ivoire. *Rev. Ivoir. Sciences et technologie*, 26, 194-211, 2015.
- [13] Sombo A. P. Application des méthodes de résistivités électriques dans la détermination et la caractérisation des aquifères de socle en Côte d'Ivoire. Cas des départements de Sikensi et de Tiassale (Sud de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat. Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, 203 p, 2012.
- [14] Koussoube Y., Nakolendousse S., Bazie P., Savadogo A. N. Typologie des courbes de sondages électriques verticaux, pour la reconnaissance des formations superficielles et leur indice en hydrogéologie du socle cristallin du Burkina Faso. *Sud Sciences et technologie* n°10, 26-34, 2003.

- [15] Savane I. Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique des aquifères discontinus du socle d'Odienné Nord-Ouest de Côte d'Ivoire). Apport de la télédétection et d'un système d'information hydrogéologique à références spatiales (Sihrs). Thèse d'Etat es sciences naturelles, université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 398p, 1997.
- [16] Jourda J. P. Méthodologie d'application des techniques de télédétection et des systèmes d'information géographique à l'étude des aquifères fissures d'Afrique de l'Ouest. Concept de l'hydrotechnique spatiale: cas des zones tests de la Côte d'Ivoire. Thèse de doct. d'Etat, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire 430 p, 2005.
- [17] Lasm T., Fossou R. M., Onetie Z. O., Baka, D., Youan, Ta M., Oga, M. S. et Soro N. Contribution hydrogéologique à la connaissance des aquifères discontinus du Département de Ferké (Nord de la Côte d'Ivoire), pour une meilleure alimentation en eau potable. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 19 (2012), 114 - 135, 2012.
- [18] Sombo A. P., Kouassi, W. F., Sombo, B. C., Kouame, L. N. et Kouakou, K. E-G. Contribution de la prospection électrique à l'identification et à la caractérisation des aquifères de socle, du département de Sikensi (Sud de la Côte d'Ivoire). *European Journal of Scientific Research*, ISSN 1450-216x (64) N°2 (2011), 206-219, 2011.
- [19] Kouakou K. E-G., Sombo B. C., Digbéhi Z. B., Kouassi W. F., Sombo A. P. et Kouamé L. N. Utilisation de la prospection géophysique par résistivité électrique, pour la recherche d'eau souterraine dans le Département de Tanda (Est de la Côte d'Ivoire). *European journal of scientific research*, ISSN 1450-216x vol.83, N°2, 230-244, 2012.
- [20] Sombo A. P. Apports des méthodes géophysiques d'investigations latérales, dans l'implantation d'ouvrages de captage à Sikensi. Mémoire de DEA, Univ. Cocody, 58 p, 2006.
- [21] Engalenc M., Grillot J.C. et Lachaud J. C. Méthodes d'étude et de recherche de l'eau souterraine des roches de l'Afrique de l'ouest. *Edition geohydraulique*, vol. 2, 79-91, 1979.
- [22] Kouadio K.L. Etude statistique des paramètres des anomalies conductrices et conception d'un modèle de débit de forage en milieu du socle: cas des régions du Bélier, Ifou, Gbeke et Bagoué. Mémoire de Master. Université Felix Houphouët Boigny d'Abidjan, 75 p., 2015.
- [23] Lasm T. Hydrogéologie des réservoirs fractures de socle: analyses statistique et géostatistique de la fracturation et des propriétés hydrauliques, application à la région des montagnes de Côte d'Ivoire (domaine archéen). *Thèse de doctorat*, Université de Poitiers, France, 233 p, 2000.

Impacts des activités agricoles sur les revenus ménagers du territoire de Seke-Banza

[Impacts of agricultural activities on household income in the territory of Seke-Banza]

Mavungu Willy Jack Mvumbi¹ and Mvumbi Sylvain Mavinga²

¹Département Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables, Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques (ISEA),
BP 151 Tshela, RD Congo

²Faculté des Sciences Agronomiques, Département des Ressources Naturelles, BP 314 Boma, RD Congo

Copyright © 2023 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 the year 2025, 83% of the world's population, which is projected to reach 8.5 billion, will live in developing countries. However, uncertainty remains as to the ability of available resources and techniques to meet the needs of this growing population for food and other agricultural products. Agriculture will have to meet these challenges, primarily by increasing production on land already in use and avoiding further encroachment on land that is only marginally suitable for cultivation. As for sub-Saharan Africa, it is certain to say that agricultural activities have experienced limited development over a long period. The low productivity resulting from the latter remains an essential factor in the blocking of the economy, especially since food production is almost ensured by households and is based above all on self-consumption needs. Like the country as a whole, the province of Kongo-Central which, apart from its own supply, plays an important role in supplying the cities of Boma, Matadi, Kinshasa and certain neighboring countries with foodstuffs and other products from the Mayumbe forest.

This study analyzes the modes of agricultural practices applied by farmers in the area explored, because they are the basis of low yields that affect the socio-economic situation of households. According to field results, men represent 53.33% and 46.66% of women. All have family responsibilities and practice agricultural activities in the Mayumbe forest or the savannah.

KEYWORDS: impacts, agricultural activities, territory, Seke-Banza, Kongo-Central, crops, households.

RESUME: En l'an 2025, 83 % de la population mondiale qui, selon les prévisions, atteindra 8,5 milliards d'habitants, vivront dans les pays en développement. Or, l'incertitude demeure quant à la capacité des ressources et des techniques disponibles de satisfaire les besoins de cette population croissante en denrées alimentaires et autres produits agricoles. L'agriculture devra prélever ces défis, principalement en augmentant la production sur les terres déjà exploitées et en évitant d'empiéter encore sur des terres qui ne sont que marginalement aptes à la culture. Pour ce qui est de l'Afrique subsaharienne, il est certain d'affirmer que les activités agricoles ont connu en longue période un développement limité. La faible productivité issue de ces dernières reste un facteur essentiel de blocage de l'économie surtout que la production vivrière est presque assurée par les ménages et se base surtout sur les besoins d'autoconsommation. A l'image de l'ensemble du pays, la province du Kongo-Central qui, en dehors de son propre approvisionnement, joue un rôle important dans le ravitaillement des villes de Boma, Matadi, Kinshasa et certains pays frontaliers en denrées alimentaires et autres produits provenant de la forêt du Mayumbe. Cette étude analyse les modes des pratiques agricoles appliquées par les paysans du milieu exploré, car elles sont à la base des faibles rendements qui portent atteinte à la situation socio-économique des ménages. Selon les résultats de terrain les hommes représentent 53,33 % et 46,66 % des femmes. Tous ont des charges familiales et pratiquent les activités agricoles dans la forêt du Mayumbe ou la savane.

MOTS-CLEFS: impacts, activités agricoles, territoire, Seke-Banza, Kongo-Central, cultures, ménages.

1 PROBLÉMATIQUE

« Dans la Province du Kongo Central, la production agricole est juste pratiquée pour se nourrir et nourrir sa famille, avec très peu de surplus à vendre ou conserver pendant les périodes difficiles. Elle demande beaucoup d'énergies et nécessite de grandes étendues. C'est ainsi que, les agriculteurs vont d'une zone forestière ou savanicole à une autre pour l'exploitation, et cela se fait sans planification écologique » (Mavinga, 2019).

« Depuis les temps anciens, la pratique des activités agricoles est tenue par les natifs. Ils exploitent la terre selon trois types de cultures: vivrières (manioc, maïs, patate douce, arachide, banane plantain...), maraîchères (oignons, aubergine, tomate, céleri, carotte...) et fruitières (orange, mangoustan, "safou", mangue, poilu, mandarine, cola, banane, etc.). Ce genre d'activités s'exerce dans des formations forestières et a comme répercussion la dégradation ou la déforestation, surtout qu'il est soutenu par la culture itinérante sur brûlis » Phemba et Mavinga (2020). Dans cette même approche, Lukoki (2008) rappelle que « l'agriculture itinérante ne connaît pas d'assolement ni de rotation au sens propre du terme ». Ainsi, l'on peut donc affirmer que cette façon de faire les choses provoque des impacts positifs et négatifs tant au niveau écologique et que socio-économique (tableau1).

Tableau 1. *Impacts des activités agricoles sur la forêt ou la savane*

Impacts positifs		Impacts négatifs	
Préoccupation écologique	Préoccupation socio-économique	Préoccupation Ecologique	Préoccupation socio-économique
Aucun impact positif	• Création d'emplois pour la population, commercialisation et l'autoconsommation des produits agricoles. • Approvisionnement facile en bois de feu. • Source de revenus.	• Appauvrissement de la biodiversité et du sol. • Diminution du couvert végétal. • Risque d'érosions hydriques. • Emission des gaz à effet de serre. • Disparition des habitats naturels. • Elimination de brise-vent. • Pollution atmosphérique due à l'émission de gaz à effet de serre par dégagement de fumée.	• Difficulté de soutenir les études et les soins de santé primaire. • Diminution des revenus potentiels à moyen et long terme.

Source: Mavinga, 2013

Au regard du tableau 1, l'on se rend compte qu'en matières de régression et dégradation du sol, la culture vivrière dans le milieu étudié est soumise à une technique de préparation du sol qui ne préserve pas les sols de l'érosion hydrique. En effet, avant toute culture, les cultivateurs procèdent à un désherbage systématique de la parcelle. Il s'agit donc d'un nettoyage quasi complet de la végétation auquel, échappent les plus gros arbres. En procédant de cette manière, les cultivateurs sans le savoir exposent les sols à la structure instable au martèlement des averses de fortes intensités.

Dans le souci d'en savoir plus, l'on s'est permis de poser les questions suivantes: *les activités agricoles pratiquées dans le territoire de Seke-Banza, produisent-elles des impacts sur les revenus ménagers ? Les revenus issus des activités agricoles, permettent-ils de couvrir les besoins ménagers ?* En se basant sur ces deux préoccupations, il convient de dire qu'à Seke-Banza, les impacts des activités agricoles sur les revenus ménagers engendrent des faits qui sont multidimensionnels. Cependant, les revenus mensuels issus de ces activités couvrent probablement les besoins ménagers.

L'objectif général de cette étude permet de guider les agriculteurs du territoire de Seke-Banza à bien comprendre les impacts qui proviennent des activités agricoles, en vue de concilier les besoins ménagers et les rendements des activités agricoles. Quant aux objectifs spécifiques, deux aspects sont poursuivis: identifier les impacts des activités agricoles dans les besoins ménagers, déterminer le rendement de cultures issues des activités agricoles.

2 MILIEU, MATÉRIEL ET MÉTHODES

Seke-Banza est l'un des territoires du Kongo-Central situé dans le secteur du Bas-Fleuve. Il est bordé à l'Est par le territoire Luozi, à l'ouest par les territoires de Lukula et de Moanda, au nord par le territoire de Tshela et au sud par la ville de Matadi. Il est composé de 5 secteurs: Bundi, Isangila, Nsumbi, Lufu et Mbavu. Quant à ses coordonnées géographiques, l'on note « 551 m d'altitude, 5° 20' 14,28" de longitude Est, 13° 16' 39,31" de longitude Sud » (Rapport annuel 2014 de l'Administration du Territoire de Seke-Banza). La structure géologique est dominée par des roches sédimentaires. Du point de vue hydrogéologique, Seke-Banza renferme de nappes phréatiques moins profondes et regorge en son sein plusieurs sources d'eau et quelques rivières bien qu'elles soient distantes de la population.

Concernant le réseau hydrographique, le territoire de Seke-Banza est drainé par les rivières Lukula, Mbavu, Mangi, Tsamvi, Lulu, Ntombe, Bundi, Nkodia, Loango, Lufu, Mbondozi, Lukimba, Mbesi et Lubuzi. La caractéristique commune de ces rivières est telle qu'elles ne sont pas navigables, à cause du relief accidenté du territoire qui est d'ailleurs à la base de plusieurs chutes. « La végétation de Seke-Banza est dominée par la forêt du Mayumbe et par quelques savanes arbustives » (Rapport annuel 2014 de l'administration du territoire de Seke-Banza) ».

Cependant, la déforestation due aux activités agricoles affecte le rendement des cultures. Comme partout ailleurs, « l'intensification de production de charbon de bois et de bois de chauffe est devenue la principale source financière de ménages où beaucoup de jeunes garçons sont de véritables mange-forêts » (Mavinga, 2013). Ils le font par manque de sociétés ou d'entreprises qui peuvent les embaucher.

Pour ce qui de la situation socio-économique, la majorité de la population du territoire de Seke-Banza vit principalement de l'agriculture traditionnelle dont l'exploitation de la terre se fait selon trois types de culture: vivrière, maraîchères, fruitière.

3 MATÉRIEL, MÉTHODES ET TECHNIQUES

Dans cette étude, nous avons utilisé les fiches d'enquête, les blocs notes, l'ordinateur, le mètre ruban, le GPS de marque Garmin pour collecter les données sur le terrain. De plus, les logiciels Microsoft Word 2016, Microsoft Excel 2016 et SPSS 20 ont été utilisés pour mieux présenter et traiter les données. S'agissant des méthodes appliquées sur le terrain, nous avons opté ce qui suit:

- La recherche documentaire (pour identifier les documents issus des sources fiables);
- L'observation structurée (pour déterminer la surface cultivée par chaque ménage);
- Les discussions de groupe/ « focus group » (pour avoir des réponses créatives et d'élargir le champ du possible. A cet effet, cinq focus group au total (avec 8 femmes par localité) avaient eu lieu. Et, chaque focus group durait environ une heure de temps)
- Les entretiens individuels semi-structurés avec le sous-divisionnaire du territoire y compris neuf exploitants forestiers. Ces entretiens ont été réalisés à l'aide d'une série de questions prédestinées mais ouvertes);
- Les entretiens semi-directifs (pour traiter des sujets tabous controversés);
- La méthode statistique (pour analyser les données et interpréter les résultats);
- L'enquête par questionnaire (pour faire le sondage auprès des agriculteurs potentiels);
- L'échantillonnage (pour avoir la possibilité de sélectionner un échantillon des agriculteurs du territoire étudié tels que recommandés par le sous-divisionnaire du territoire de seke-banza. C'est-à-dire, en se basant sur les critères suivants: les ménages disponibles à répondre aux questions d'enquêtes et ceux qui pratiquent l'agriculture sur l'espace forestier ou savanicole)

Ainsi, une localité par Secteur a été prise en compte. En réalité, 150 agriculteurs ont été enquêtés mais répartis en 5 Secteurs de Seke-Banza: 30 personnes à Bundi; 30 personnes à Isangila; 30 personnes à Nsumbi; 30 personnes à Lufu; 30 personnes à Mbavu. Il est utile de signaler que pour les pourcentages calculés, seuls deux décimales après la virgule ont été considérés.

4 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les résultats et discussion dont il est question dans cette étude dégagent les données relatives au profil du ménage agricole, aux types de cultures agricoles, au rendement des activités agricoles, à la quantité des produits agricoles.

4.1 PROFIL DU MÉNAGE AGRICOLE

Dans cette rubrique, il est question de présenter les profils (principales caractéristiques) du ménage face aux impacts des activités agricoles (tableau 2).

Tableau 2. Répartition des avis des sujets enquêtés selon le profil du ménage agricole

Variable	Effectif	Pourcentage
Genre du chef de ménage		
Homme	80	53,33
Femme	70	46,66
Total	150	100,00
Tranche d'âge		
0-20 ans	4	2,66
21-29 ans	66	44,00
30-39 ans	14	9,33
40 ans et plus	66	44,00
Total	150	100,00
Etat matrimonial		
Célibataire	38	25,33
Marié	90	60,00
Divorcé	14	9,33
Veuf	8	5,33
Total	75	100,00
Niveau d'instruction		
Sans instruction (n'a pas été à l'école)	14	9,33
Primaire	36	24,00
Secondaire	76	50,66
Supérieur/Université	24	16,00
Total	150	100
Profession		
Enseignant	40	26,66
Agriculteur	80	53,33
Agronome	30	20,00
Total	150	100,00
Taille du ménage		
< 5 personnes	20	13,33
5 personnes	60	40,00
Plus de 5 personnes	70	46,66
Total	150	100,00

L'analyse des résultats présentés dans le tableau 2 renseigne que les hommes sont majoritairement chefs de famille. Les tranches d'âge qui pratiquent plus l'agriculture sont à deux niveaux: de 21 à 28 ans; 40 ans et plus. Comme l'a signalé Mavinga (2010), « la primauté de l'âge de plus de 40 ans s'explique par le fait que ce sont des responsables qui ont des familles à prendre en charge. Par contre, la tranche d'âge qui varie entre 21 et 29 ans est constituée de jeunes diplômés qui n'ont pas encore trouvé de l'emploi. De ce fait, les activités agricoles sont pour eux un sauvetage ». Quant à l'état matrimonial l'on note 60 % des sujets enquêtés sont plus les mariés, parce qu'ils doivent résoudre les problèmes familiaux tous les jours. Leur niveau d'instruction est presque secondaire. Cette situation est semblable à celle que l'on trouve dans le Rapport annuel de 2014 de l'administration du territoire de Seke-Banza, qui précise « 53,3 % de la population du secteur de Seke-Banza ont un niveau secondaire ». S'agissant de la profession, le nombre d'agricultures reste le plus important. Aussi, les ménages de plus de 5 personnes sont majoritaires. Cela se justifie par le fait que dans les milieux ruraux, les familles sont très nombreuses.

4.2 TYPES DE CULTURES AGRICOLES

Les impacts de cultures agricoles qui pèsent sur le territoire de Seke-Banza sont présentés par le tableau 3.

Tableau 3. Répartition des avis des sujets enquêtés selon les types de cultures agricoles

Variable	Effectif	Pourcentage
Cultures agricoles pratiquées		
Elevage	12	8,00
Vivrière	138	92,00
Total	150	100,00
Méthodes de pratiques agricoles		
Défrichement avec dessouchement	28	18,66
Défrichement avec incinération	112	74,66
Brûlis	2	1,33
Labour à plat	4	2,66
Labour avec plate-bande	2	1,33
Labour avec billons	2	1,33
Total	150	100,00
Entretien de culture		
Sarclage	150	100,00
Durée des cultures agricoles sur le même terrain		
0-9 ans	24	16,00
10-19 ans	90	60,00
20-29 ans	36	24,00
Total	150	100
Procédure de récolte de cultures		
A la main	120	80,00
Par groupe	30	20,00
Total	150	100,00
Temps mis en jachère pour les champs		
0-1 an	40	26,66
2-4 ans	60	40,00
3-6 ans	50	33,33
Total	150	100,00
Surface réellement cultivée du champ		
0-1 ha	80	53,33
2-4 ha	30	20,00
3-6 ha	40	26,66
Total	150	100,00

Les résultats du tableau 3 permettent de comprendre que près de 100 % de la population qui vit à Seke-Banza pratique en premier lieu la culture vivrière suivi de l'élevage traditionnel (petit bétail et volaille) avec des techniques rudimentaires procurant de faibles rendements. En arrondissant le pourcentage obtenu quant à ce, il y a lieu d'affirmer que les $\frac{3}{4}$ d'agriculteurs incinèrent leurs champs après le défrichage. Malheureusement, ils ne disposent pas de matériels et techniques adéquats pour restaurer ces étendues de terre. D'après eux, le feu est le seul instrument qui leur permet de dégager efficacement le champ. Partant de cette logique, Binzangi (1999) souligne que « la cendre ainsi obtenue après l'incinération est considérée comme engrais qui augmente la production agricole de certaines cultures. Sans savoir que le feu détruit la structure du sol et la microfaune pédologique qui est pour autant très important dans le sol ». Par ailleurs, le sarclage reste le seul moyen pour entretenir les cultures et lutter contre les mauvaises herbes.

En ce qui concerne la durée des cultures sur un même terrain d'exploitation agricole, l'on comprend que la période de rotation n'est presque pas constante au sein des agriculteurs. En effet, plus de la moitié d'entre eux rotent leurs cultures à une durée allant de 10 à 19 ans, car ils ne dépendent que de la culture de subsistance.

La récolte des cultures à Seke-Banza se fait individuellement et à la main. Dit-on que dans cet espace rural, l'agriculture n'est en aucun cas mécanisée. La durée de temps de la jachère est relativement courte par rapport aux enjeux liés à la gestion durables des formations forestières, or « en réalité, elle devrait totaliser même plus de 30 ans pour permettre à l'humus de rendre le sol fertile » (Mavinga, 2015).

Pour ce qui est de la superficie exploitée, plus de 50% des sujets enquêtés font des champs de moins de 5 hectares. C'est ainsi que Lukoki (2008) rappelle que « dans les milieux ruraux, les champs sont faits non pour des fins commerciales mais pour l'autosuffisance familiale ». Ainsi, les champs de plus d'un hectare sont faits pour ceux qui commercialisent tant soit peu leurs récoltes.

4.3 IMPACTS DES ACTIVITES AGRICOLES DANS LES MENAGES

A Seke-Banza, l'exiguïté des surfaces cultivées imposent à de nombreux ménages de produire le maximum de nourriture pour leur propre consommation familiale. Pour preuve, l'ignorance écologique qui règne sur la vie des agriculteurs a occasionné à un certain niveau la destruction de biotope rural, avec comme réponse la réduction des rendements des cultures agricoles (tableau 4).

Tableau 4. Répartition des avis des sujets enquêtés relative aux revenus mensuels des ménagers

Variable	Effectif	Pourcentage
Connaissance sur la quantité obtenue par champ		
Oui	110	73,33
Non	40	26,66
Total	150	100,00
Idée sur la quantité destinée à la commercialisation et à la consommation		
Oui	62	41,33
Non	88	58,66
Total	150	100,00
Raisons de manque de connaissances sur la quantité obtenue par champ		
Perturbation de climat	52	34,66
Appauvrissement des sols	68	45,33
Non-respect du calendrier agricole	30	20,00
Total	150	100,00
Revenu mensuel		
Plus de 200 \$	22	14,66
200 \$	33	22,00
Moins de 200 \$	95	63,33
Total	150	100,00

Les résultats du tableau 3.3 montrent que 73,33 % de la population connaissent la quantité de leur production provenant des champs. Mais, cela est possible dans les cultures comme les maïs qui sont directement chiffrées après récolte. Par contre, les cultures telles que les bananes ou les ignames... sont difficiles à quantifier par manque de balances sinon d'instruments de pesage. Cependant, quelques-uns d'entre eux n'ont aucune idée sur la quantité destinée à la commercialisation et à la consommation, non seulement par manque d'expérience mais aussi par le faible niveau d'instruction qui ne leur permet pas de comprendre scientifiquement l'interdépendance qui existe entre la perturbation de climat, l'appauvrissement des sols et le non-respect du calendrier agricole. Ces trois impacts constituent la source principale de la baisse des rendements qui conduit à la diminution des revenus des agriculteurs. « C'est ce qui justifie la présence des revenus mensuels faibles, ne permettant pas ainsi aux agriculteurs non avisés de faire face à divers besoins ménager (scolarisation des enfants...) » (Binzangi et Mavinga, 2020).

5 CONCLUSION

Les résultats et discussions présentés dans cette étude montrent que l'agriculture pratiquée à Seke-Banza est une agriculture traditionnelle sinon non mécanisée. Ce type d'agriculture contribue non seulement à la réduction du couvert forestier et amplifie le problème de la déforestation et du changement climatique mais surtout elle reste le métier le plus significatif, mais avec des impacts positifs et négatifs sur le couvert végétal. Cependant, les superficies emblavées sont petites, ce qui fait que la majorité des ménages agricoles ont des productions faibles. Et, si d'autres mesures constructives ne sont pas prises en compte, le taux de chômage va encore être renforcé sur l'ensemble du territoire de Seke-Banza.

Malgré les conditions médiocres de travail, les paysans du site de Seke-Banza nourrissent une frange importante de la population congolaise et pourraient le faire davantage si la volonté politique dans le sens de l'amélioration de leurs conditions

de travail, spécialement lors de la mise sur le marché des productions vivrières obtenues, était effective. Les paysans sont des acteurs économiques capables de comprendre et surtout de répondre aux signaux émis par le marché et le pouvoir public visant la rationalisation effective de la filière vivrière. Ils peuvent donc se professionnaliser si le cadre nécessaire pour l'entrepreneuriat privé est mis en place dans le territoire étudié ainsi qu'aux centres urbains, principales destinations des produits vivriers commercialisés.

Dans le territoire de Seke-Banza, les recommandations proposées sont essentiellement des mesures que les pouvoirs publics doivent prendre pour améliorer le fonctionnement l'agriculture. La nécessité d'une politique volontariste est essentielle de la part des dirigeants du pays pour la mise en œuvre effective des intentions politiques déclarées.

REFERENCES

- [1] CNUED (1972). Agenda 21, Stockholm.
- [2] F. Lukoki L. (2008). Notes de cours d'impact de l'agriculture sur l'environnement. DES/GE Faculté des Sciences. Département des Sciences de l'Environnement. Université de Kinshasa.
- [3] J. Phemba T. et S. Mavinga M. (2020). *Impacts de l'agriculture surbrulis sur l'écosystème forestier dans le site de Seke-Banza*. Faculté des Sciences Agronomiques, Département de gestion des ressources naturelles: Eaux et Forêts. Université Joseph Kasa-Vubu/Boma.
- [4] L. Binzangi K. (1999). *La destruction des écosystèmes forestiers du Kongo: central menace à la vie*, Lukuni Iwa yuma, revue interdisciplinaire, vol. I. Université Libre de Luozi, pp.19-29.
- [5] L. Binzangi K. (1999). La pauvreté et son impact sur la production de combustibles ligneux dans les milieux ruraux et périurbains congolais, Lukuni Iwa yuma, vol. II n°3, Université Libre de Luozi, pp. 104-118.
- [6] Rapport annuel de 2014 de l'Administration du Territoire de Seke-Banza/Kongo Central/RD Congo.
- [7] S. Mavinga M. (2019). Production de combustibles ligneux et dégradation des formations forestières dans l'Hinterland de Kinshasa. Thèse de doctorat. Faculté des Sciences. Université de Kinshasa.
- [8] S. Mavinga M. (2013). *Effets cumulés de la déforestation dans les villages Kinseki et Ntampa (Bas-Congo)*. Mémoire de DEA. Département des Sciences de l'Environnement. Faculté des Sciences. Université de Kinshasa.
- [9] S. Mavinga M. (2010). *Conséquences de la déforestation dans les villages Kinseki et Ntampa (Bas-Congo)*. Mémoire de DES en Gestion de l'Environnement. Département des Sciences de l'Environnement. Faculté des Sciences. Université de Kinshasa.

Combination of psychomotricity and behavioral approaches especially Applied Behavior Analysis (ABA)

Kawtar Charaf-Eddine¹, Othmane Boutchich², Redouane Oumoulyte³, Ouafae Moumen⁴, Alexandra Lecestre⁵, and Ghizlane Benjelloun⁶

¹Department: Clinical Neurosciences and Mental Health, Hassan 2 University of Casablanca, Faculty of Medicine and Pharmacy, Center of Doctoral Studies in Health Sciences, Casablanca, Morocco

²Consultation Service, regional hospital center, Beni Mellal, Morocco

³Rehabilitation department, regional hospital center, Errachidia, Morocco

⁴Department: Clinical Neurosciences and Mental Health, Pedopsychiatry Department, University Hospital Center Ibno Rochd, Casablanca, Morocco

⁵Psychology-Humanities and Social Sciences Department, Lille3 Charles de Gaulle University Villeneuve d'Ascq 59-north, France

⁶Department: Clinical Neurosciences and Mental Health, Pedopsychiatry Department, University Hospital Center Ibno Rochd, Casablanca, Morocco

Copyright © 2023 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: During my studies as well as my work with children with Autism Spectrum Disorder ASD, I have heard a lot about ABA, the behavioral approach several times, especially during my basic psychomotor training. As a result, this thesis work is in line with the psychomotor management of children with ASD through the ABA approach, using ABA procedures. ABA, Applied Behavior Analysis, has for objective: to improve the conditions of life of the person. To achieve this objective, three axes are considered: Increase adapted behaviors, decrease maladaptive behaviors, learn new adapted behaviors. This approach has proven its effectiveness in ASD, geriatrics, sports, business and education... In psychomotricity, it is still very little used, despite the fact that psychomotricity is a profession that uses several tools and mediations. This work presents two cases in which ABA procedures were used to maintain psychomotor skills. The combination of psychomotricity and the ABA approach, through the use of its principles (reinforcement, punishment, extinction, error-free teaching,...) contributed to an improvement of the target behaviors, which shows the interest of using the ABA approach in psychomotor care.

KEYWORDS: ABA, behavior, psychomotor management, reinforcement, Autism Spectrum Disorder, psychomotrician, applied behavioral analysis science, rehabilitation.

1 INTRODUCTION

During my training in psychomotricity as well as my work as a psychomotrician with children with ASD, I have always heard that ABA is one of the approaches recommended by the High Authority for Health (HAS, 2012) given its proven effectiveness.

It is an approach that aims to analyze behavior and promote the increase or decrease or even the disappearance of one or more behaviors in a person (Miltenberger, 2022; Green, 2006), in addition, it includes detailed procedures and tools based on a scientific approach (Tardif et al., 2010; Leaf et al., 2010), its results are concrete and relevant.

During our course, ABA is not studied, for this reason, it was important to study it, so I was able to benefit from training in the National Qualification Program for Professionals in the care of people with Autism, RAAFIQ program, organized by the Ministry of Solidarity, Social Integration and Family, and implemented by the International University of Rabat in Morocco.

This program aims to provide Morocco with national expertise in the training of trainers and professionals in the care of people with ASD. It works to build a pool of reference trainers trained in behavioral sciences (ABA) and able to take care of people with ASD and to increase the training of local trainers, made up of practitioners and families.

ABA was not mentioned much in psychomotricity so we thought of integrating its principles in the psychomotor care of two children with ASD and even with other disorders. It gave this job.

Our study is based on three main axes. The first presents the theoretical foundations concerning ASD, ABA and psychomotricity. For ASD, we will present, among other things, the diagnostic criteria through the different classifications as well as the HAS recommendations regarding treatment. We will then explain the various notions underpinned by ABA. Then, we will focus on psychomotricity by detailing its functions, the particularities observed in subjects with ASD and its role in social integration. Our study is based on the evaluation then the re-education of target behaviors deemed to be a priority within the framework of psychomotor care, coupled with ABA, and finally, on the analysis of the evolution of these behaviors in order to objectify any progress. The second axis relates our practical experience with patients with ASD. The discussion, remarks and difficulties encountered during the study are presented in the last axis, followed by two surveys intended for psychomotor therapists and parents of children with ASD.

2 SUBJECTS, MATERIALS AND METHOD

2.1 CURRENT STATUS OF MY DATA IN ABA

The ABA having been briefly presented in my course; it sharpened our curiosity. As a result, when we agreed on the theme of the research, I and my thesis director mainly documented myself on this approach. This being based on a set of new concepts for me, it seemed essential to me to participate in training to illuminate these gray areas.

As a result, I was able to benefit from several training courses on ABA provided by ABA psychologists on the theoretical foundations of this approach. I had the chance and the possibility at first, to follow the theoretical training phase of a volume of 294 hours for two months each day plus Saturday morning from 9 am to 1 pm, by attending major courses (slide, videos, etc.) and tutorials (role games, group work) provided by experts in ABA, French and Canadian BCBA and ABA psychologists, in a second step, to ensure the interventions myself through taking ABA care of two children diagnosed with Autism Spectrum Disorder over an 8-week period for 4 hours a day, applying the techniques and principles of the ABA approach, and by practicing the theoretical knowledge and sensitizing the parents, under the supervision of a French ABA psychologist and a BCBA psychologist, which made it possible to consolidate the notions already acquired in theoretical training. The theoretical concepts already discussed were tested through various practical workshops or situations with these children. This training therefore constituted for me, a first background allowing me to begin the care of my patients with ASD. In addition, being accompanied by expert professionals trained in this field has optimized my chances of providing quality work.

2.2 METHODOLOGY

2.2.1 ASSESSMENT TOOLS

2.2.1.1 PSYCHOMOTOR ASSESSMENT TOOLS

2.2.1.1.1 WELCOME INTERVIEW

I relied on the reception interview in order to develop the anamnesis (pregnancy, childbirth, psychomotor development, cleanliness, language, integration at school, school acquisitions, integration with peers, food, sleep, homework, centers interest, autonomy, family relationships, motor acquisitions, care and assessments carried out)

The interview is presented as follows: This is the time for a first meeting, first exchanges, to define the request and the needs of the patient.

It aims to retrace the history, the course (school, professional, family, health) and the psychomotor development of the person, in his points of strength as in his fragilities.

If a psychomotor assessment is indicated, the psychomotor interview will then make it possible to orient the choice of the tests used or the observation carried out.

Sometimes anxiety-provoking for some children, it must be accompanied by at least one of the two parents or legal representative, and if possible, without the presence of brothers and sisters who, if necessary, are invited to wait in the waiting room if their age permits.

For teenagers, the first part of the interview takes place with the young person, to allow him to invest a space of expression which is specific to him. The second part of the interview is planned with the parents so that everyone can express themselves differently but also simultaneously about the reason for the request.

The child is invited to express himself on his tastes, his games, his hobbies... then he is informed, reassured if necessary, of what is to come... namely the psychomotor evaluation.

2.2.1.1.2 ASSESSMENT, OBSERVATION AND PSYCHOMOTOR EVALUATION OF CHILDREN WITH ASD

The psychomotor assessment consists of an in-depth examination of the person's difficulties and capacities according to two main lines of investigation, oriented according to the reason for consultation and the patient's age:

There is **the motor axis**: examination of motor organization and expression.

And **the psychological axis**: anamnesis and symbolic expression.

The objective of the assessment or psychomotor observation is to collect clinical elements on a motor and psychological level (knowing that for the psychomotor therapist there is a constant interaction between the two) allowing a diagnosis to be made and an understanding of the psychomotor disorder to be established.

The conclusions of the assessment will then make it possible to propose, if necessary, appropriate care, in psychomotricity or (and) oriented towards other therapeutic approaches or complementary examinations.

Because of the disorders, the standard psychomotor assessment could not be carried out, hitherto considered impossible by the behavioral disorders, the refusal of contact of the two children with ASD. It was therefore only possible to make an observation of skills and difficulties.

In our study, the two children did not pass a psychomotor assessment on the side, but I was able to make a spontaneous psychomotor observation during the interviews where they were present with their mothers and other sessions scheduled individually thereafter.

The psychomotor observation of these ASD children allowed me to assess their development, the difficulties and the capacities they present while taking into account the suffering related to their states.

My psychomotor observation is centered on the skills of these children with a particular observation of the intensity and quality of the exchanges.

During this observation I was able to explore the different areas:

- The presentation and attitude of the child
- The child's spontaneous attitude to the object
- Imitation games
- The tone
- Dynamic coordination (clinical observation on the course) and hand-eye coordination
- The function of the gaze
- Hearing and language
- The body-schema, the experience and the representation of the body and the integration of the body axis
- Space and time
- At the level of lateral dominance
- At the level of cognitive functions
- Relationship to oneself to the other
- At the perceptual level (object sorting game), pairing objects together
- At the level of visual construction
- At the imitation level
- Visual structuring

2.2.1.2 ABA ASSESSMENT TOOLS

2.2.1.2.1 RATING OF PREFERENCES

For the evaluation of the preferences, we worked with the method by trial-pair of Stimuli which consists in proposing to the child two preferences he chooses one and we withdraw the other, we note the chosen one and we leave it to manipulate it approximately 20 seconds

After identifying the preferences of the two children through the profile of potential reinforcers (**Appendix 3 and 6**), I prepared the material, I made it available to me and away from the child I started the evaluation as I explained before, and afterwards I filled out the evaluation grid and I calculated the percentage of trials where the items were chosen which gives us an idea of the power of the reinforcers

NB: Always reassess the child's preferences because they change over time

2.2.1.2.2 THE PAIRING PHASE

- Pairing is associating a reinforcing item with a neutral item so that the latter acquires a reinforcing power in turn. It is a very important step to start taking care of the child, if the pairing is not successful. you can't go to the next steps
- Pairing is done throughout the treatment, you must always start with pairing
- After identifying the child's reinforcers, I began the pairing phase; I put the objects out of the child's reach and each time I take an item and I start to create motivation with it to have behaviors to approach the child and I give no instructions, and gradually as I count approach and avoidance behaviors
- At first, I found it difficult, for example, to observe approach behaviors and count them at the same time and also to count certain gestures (smiles, looks, touches, etc.) as approach behaviors, but after the first supervision I've been able to correct my mistakes and improve my way of working and it's getting easier and easier

2.2.1.2.3 INSTRUCTIONAL CONTROL PHASE

- Following the pairing at the start of the intervention, we move on to instructional control, which is a procedure allowing the gradual establishment of cooperation and which allows the person to be taught the cause and effect link between response and reinforcer and to follow basic instructions which will be useful in teaching situations
- For this phase i tried to offer the children activities that are related to their reinforcers i alternated it with pairing, 80% pairing and 20% instructional control, I prepared the material and I tidy the room so that I can control access to items, and when I ask the child an instruction and he responds correctly I reinforce him immediately and when he does not respond I guide him and I give neutral feedback afterwards without forgetting to go after all my instructions

2.2.1.2.4 VB-MAPP ASSESSMENT

- The VB-Mapp is a developmental skills assessment tool for children up to 12 years old, based on Applied Behavior Analysis
- It consists of 3 parts
 - ✓ milestones (170)
 - ✓ barriers 24
 - ✓ possibility of orientation towards the ordinary environment 18
- After having a successful pairing and an instructional control installed, I passed to the evaluation by the **VB-Mapp** and before starting the evaluation I prepared the necessary material for the evaluation and the handover sheets which contain boxes for the milestones, the material, the delivery methods, the discriminative stimulus Sd and a box for the notes and afterwards I tried to alternate between the milestones of different domains

2.2.1.2.4.1 VB-MAPP RATING FROM VIDEOS

The VB-MAPP is an important assessment tool in the ABA approach. It allows the evaluation of various skills (mand, tact, listener responses, spontaneous vocal behaviors, intraverbal, linguistic structure, visual perception, matching, motor imitation, echoics, listener

responses on functions, characteristics and categories, school routines and group skills). We did not focus on these skills (or milestones) insofar as their analysis completed our psychomotor observation.

So, the (VB-MAPP) seeks more to give a benchmark as to the age of development. This extends from 0 to 48 months. Although this age group is limited, it still seemed interesting to us to score this assessment for our patients in order to get an idea of their skills in each area. We relied on the videos of the sessions to carry out this work. From our observations, we were able to fill in the grids for each child. Thus, for each milestone, we had to assign a score of 0 (not acquired), 0.5 (emerging) or 1 (acquired) to each item. It should be noted that there are five items per domain, for each level of development (0-18 months; 18-30 months and 30-48 months) (**Appendix 5 and 6**). On the other hand, with regard to obstacles to learning, these are rated from 0 (absence of negative behaviours) to 4 (severe negative behaviours).

Moreover, the interest of the VB-MAPP resides in the consideration of obstacles to learning. These are scored from 0 to 4; 4 representatives a major obstacle (**Annex 7 and 8**). The videos were, once again, the support of this rating and allowed us to identify the priority obstacles of our two patients.

2.2.1.2.5 FUNCTIONAL ASSESSMENT OF PROBLEM BEHAVIORS

2.2.1.2.5.1 DEFINITIONS OF CHILD PROBLEM BEHAVIORS

The functional evaluation I did with the two children **IZ** and **AK**.

Define the child's problem behaviors in an observable, measurable and specific way.

2.2.1.2.5.2 FUNCTIONAL ASSESSMENT

To carry out the functional evaluation of the problem behaviors of the child I used as a tool: the FAST; indirect functional assessment questionnaire, it gives us an idea of the function of the behavioral disorder, I filled it out with the mother also I worked with the ABC grid which is a direct functional assessment in the form of a written description from the antecedent, behavior and consequences, it also allows you to identify the function of the TC behavior disorder.

2.2.1.2.6 DEFINITION AND PROGRAMMING OF THE INTERVENTION

2.2.1.2.7 CHOICE OF PRIORITY OBJECTIVES

Since we cannot work on all the areas at the same time, I have aimed for objectives that are functional such as: communication, behavior and I have favored learning objectives in greater quantity in the "weak" areas as well I based myself on the results of the VB-Mapp evaluation and the psychomotor observation, I tried to homogenize the profile by taking into consideration the expectations of the mothers who had concerns about communication for the two children

2.3 PRESENTATION OF REHABILITATION

2.3.1 FREQUENCY AND DURATION OF SESSIONS

Our support was carried out over a period of 2 years, at a rate of two hours daily at the beginning for the realization of the principles of ABA for 40 days, and after two weekly sessions. It should be specified that they take place in the presence of the child's educator and that they last 2 hours at the CNMH and one hour at the rehabilitation department.

In addition, we have chosen to visit each child's association on a regular basis, with the aim of observing any generalization of the behaviors worked on in the sessions.

2.3.2 MATERIAL

Throughout our research, we tried to film each session, especially when carrying out the principles of ABA. The purpose of these videos is diverse. Apart from their use for the psychomotor observation of children's skills and difficulties as well as some ABA procedures (pairing, criterion for acquiring a target behavior, filling in the rating grids, etc.), they also gave us rehabilitation information. In fact, they ensure if it is difficult to score the target behavior during the session.

We also use reinforcers in our sessions, which must be prepared before the session begins. They can be food (chocolate for example), tangible (favorite activities, items: bubbles, ball...). They are always associated with social reinforcers ("bravo", "great",...). They are specific to each patient.

Regarding the rehabilitation itself, we use psychomotricity equipment (balls, hoops, weighted bags, trampoline, gym ball, games, etc.) to acquire the different target behaviors.

We must, moreover, equip ourselves with grids that allow us during treatment to rate each trial for behaviors in the learning phase, and also the frequency of appearance of problem behaviors (**Appendix 9 and 10**).

2.3.3 POPULATION

2.3.3.1 RECRUITMENT CRITERIA

When our project was created, our inclusion criteria were: children with ASD and children between 4 and 10 years old. After having recruited our population via a speech therapist and a psychomotrician from the CNMH, we decided to exclude all subjects with very severe behavioral disorders.

2.3.3.2 SUBJECT PRESENTATION

2.3.3.2.1 IZ

In annex n° 1: Written consent of the family for the participation of their child **IZ** in an individualized follow-up based on the ABA approach (a consent and a communication questionnaire)

2.4 ASSESSMENT AND MANAGEMENT

2.4.1 IZ

2.4.1.1 SUMMARY OF BALANCE SHEETS

The assessment was carried out on sessions that last 120 minutes daily for 40 days and after 60 minutes twice a week.

2.4.1.1.1 GENERAL ATTITUDE

IZ presents an absence of language. He is a passive child with shifty gaze, who mechanically uses the hand of others to grab the objects around him.

He emphasizes that **IZ** still presents a significant delay in oral language with the presence of sounds. However, he has a real desire to communicate and does not use non-verbal means such as pointing or using visual systems to compensate for language difficulties.

IZ freezes, he does not speak, as soon as he enters the room, he goes to the equipment of the room.

Several times during the session, **IZ** stares at me fairly intensely while remaining motionless, as if frozen, for a moment that lasts for long minutes, and when I try to approach him, it leads to the appearance of a behavior problem (punches against his head, and hits me). At this moment, I have the impression that **IZ** tries to escape my presence.

IZ has an intolerance to frustration, as soon as something does not go as he wishes, he gets angry, cries, whines and shouts, hits himself and others.

However, he has good memory skills. He encounters difficulties in terms of communication, interacts very little with other children and remains in avoidance in the face of the bond with the other. **IZ** has in parallel a speech therapy follow-up.

As soon as he arrives at the room, **IZ** immediately seems at ease, as he arrives in a little-known environment. He takes off shoes and socks and immediately goes to explore the material that is out of his reach in the room, without any worries. **IZ** is not in action and it's easy for him to sit down for the start and end of the session.

Throughout the session, he does a lot of experimenting, more in his own corner. He explores the material next to him, while he rarely moves, especially if he is seated at the table.

2.4.1.1.2 BEHAVIORAL OBSERVATIONS

After the first observation of the children:

Child 1: IZ is a child of 4 years and 9 months who presents:

- Lack of verbal communication
- Lack of social interaction
- Difficulty staying attentive and focused
- Behavioral problems (biting, scratching; shouting loudly; lying on the ground crying, hitting himself and others)

2.4.1.1.3 RATING OF PREFERENCES

For the child (1) **IZ**: the reinforcers were classified as follows

1) Doll 2) pop-it 3) Ring 4) Pipe cleaner

NB: Always reassess the child's preferences because they change over time.

2.4.1.1.4 PAIRING

After carrying out the evaluation of preferences which allowed us to identify the child's reinforcers, we moved on to pairing, starting with:

- The arrangement of the environment and the control of reinforcers which are inaccessible to the child,
- Create motivation: by making it visible to the child and playing with it
- Waiting for an approach behavior to be able to deliver the reinforcer to the child by naming it and socially reinforcing it
- Count approach and avoidance behaviors as you go along, do not give instructions to the child
- At the slightest satiety, we change the reinforcer

For the IZ child:

Difficulties were found at the level of pairing which required a longer time due to the presence of avoidance behaviors and the absence of approach behavior, after having carried out the first supervision and by applying the advice provided by the supervisor. which are the following:

-Stay away from the child; present the items 1 by 1; gradually decrease the distance and try to gradually obtain a greater time and number of glances. We were able to reach the acquisition criterion 80%, percentage of pairing calculation (**approach behavior / (approach behavior + avoidance behavior) x100**) on 3 consecutive days even this took several weeks, so I was able to have a successful pairing.

2.4.1.1.5 INSTRUCTIONAL CONTROL

The IZ child: The stage of instructional control like that of pairing took a long time to be installed in the **IZ child** given his limited attention span and the presence of behavioral problems in relation to instructions. At the beginning we found difficulties in installing the instructional control, but with the acquisition of the pairing which was successful, we managed to reach 80% over 3 consecutive days.

Difficulties encountered and solutions found: During the instructional control phase, I encountered some difficulties in terms of repeating instructions twice sometimes which is a kind of guidance according to the advice of the BCBA

2.4.1.1.6 OVERALL ASSESSMENT OF OPERATION (VB-MAPP)

2.4.1.1.6.1 VB-MAPP EVALUATION

The overall evaluation report was as follows:

IZ child:

- Heterogeneous profile
- **Areas of strength:** visual perception-matching / game
- **domains:** mands, tact, echoics, motor imitation, vocal behavior, listener response
- **There are emergencies:** at **level 1:** milestone 2 for visual perception and pairing and independent play, milestone 3 for vocal

- **Level 2:** milestone 3 for play, milestone 4 for motor imitation, and milestone 2 for play
- In parallel, **the obstacles** that had a very high score are: instructional control, defective mand and tact repertoire, defective motor imitation, defective echoic repertoire, defective listener repertoire, defective intraverbal repertoire, defective social skills, dependence guidance, scrolling, obsessive-compulsive behaviors, faulty articulation and faulty scanning

We can conclude that the results of the milestones and the obstacles are coherent.

In appendix 4 and 5: VB-Mapp grids filled in for this child.

2.4.1.1.7 FUNCTIONAL ASSESSMENT OF PROBLEM BEHAVIORS

2.4.1.1.7.1 DEFINITIONS OF CHILD PROBLEM BEHAVIORS

The functional assessment I did with the two children IZ and AK.

The problem behavior in the IZ child is: He hits himself or he hits me by punching himself or kicking me

Define the child's problem behaviors in an observable, measurable and specific way.

2.4.1.1.7.2 FUNCTIONAL ASSESSMENT

For the child (1) IZ:

According to FAST, the functions of behavioral disorder are:

- 1) Social reinforcement (access to items/activities) (5)
- 2) Social reinforcement (attention) (4)
- 3) Social reinforcement (exhaust) (4)

And after the ABC grid, the functions of the behavior disorder are: to obtain something, object or activity and to escape the interaction with others and also the instruction (**APPENDIX n° 6**).

In Appendices 7 and 8: Child's FAST IZ completed and a completed ABC grid.

2.4.1.1.8 DEFINITION AND PROGRAMMING OF THE INTERVENTION

2.4.1.1.8.1 CHOICE OF PRIORITY OBJECTIVES

For the child (1) IZ, his mother asks him to communicate and make requests to ensure his safety and the safety of those around him.

2.4.1.1.8.2 WRITING OF THE PERSONALIZED PROJECT (CURRICULUM)

So, the five validated target behaviors on which the care of the child will be based (1) are:

Communication:

- **Mands:** IZ doesn't communicate verbally and from mom's concern that her son doesn't make any requests, I also noted that from early sessions with IZ, that he doesn't ask for his favorite items from in an adapted way, then to facilitate his inclusion in his ordinary environment the development of his skills in Mand was chosen among the objectives of my curriculum, so the target behavior was that he asks for 4 reinforcers by image exchange
- **Listener response:** this skill at IZ is weak compared to his age, which is why I prioritized working on receptive language, so the objective is for him to select the requested object from a group 2 for 5 different objects, following the instruction "where is..." By pointing without guidance and without TC and in all contexts
- **Social:** Runs after his peers in a game twice, without TC, without guidance since it is a deficit area at IZ
- **Motor imitation:** according to the results of IZ 's VB-Mapp, there is a weakness at this level, I chose this area given its important role in social learning as well as in language, so the objective was to imitate 4 gross motor movements without help and without behavioral problems the first time without error, after 3 seconds from the announcement of the instruction

- **Replacement** behavior: the behavior of "hitting oneself and hitting others and shouting" is a priority for **IZ** because it is the most frequent and presents a barrier to inclusion in his ordinary environment. He makes an appropriate request using a "stop" pictogram when social interaction disturbs him and/or when he wants to be alone
- **Cleanliness**: autonomy is a priority in our goals, the target behavior is for **IZ** to be clean, he urinates and defecates on the WC, independently, without TC, without guidance, without wearing a diaper, without accident and in all contexts with different people, in different places and wcs

In appendix no. 9: An **IZ** child curriculum

2.4.1.1.8.3 WRITING EDUCATIONAL PROGRAMS

With the help of my supervisors and their remarks, I was able to write educational programs that are individualized for children **IZ** and **AK** with whom I specified the types of guidance provided according to the target behavior, I also specified the material that will be used for teaching, the consequences brought following the response for example if: at the beginning of learning, the guided response is reinforced with a tangible reinforcer, if Correct answer: I give a tangible reinforcer and I reinforce socially very important, if incorrect answer: I guide immediately with neutral feedback, we talk about maintenance, once the criterion is reached, we will move on to continuous then variable reinforcement and without forgetting the success criterion, we have chosen to work with the scoring grid by trials (success criterion; 80% successful trials over 3 consecutive days)

2.4.1.1.8.4 WRITING A BEHAVIORAL INTERVENTION PLAN (BIP)

After identifying the main and most frequent function of the behavior disorder for each child which is for **IZ** "escape" and "get something" (**Appendix n°6**), I wrote a BIP for **IZ**, where I mentioned the behavioral disorder, its context, its function, what to do and what to avoid and I identified 3 strategies using the BCBA Alexandra LECESTRE:

For the child (1), here are the 3 strategies that I have put in place:

Proactive strategy: Use a timer to indicate the duration of the interaction (sharing game, pairing, etc.), visual timetable for the predictability of activities with an "activity with a peer" "individual activity" icon, add pairing to do with me: to maintain by adapting the pairing to the child.

Replacement strategy: Teach to ask to stop the interaction or instructions in an appropriate way, using a pictogram.

Reactive strategy: Extinction of the behavior: do not pay attention to it, do not stop the interaction, then in a stable state guide towards a request to stop the interaction or the instruction.

The reinforcement of the stop request will be less if a TC appeared just before (short stop time before resuming the interaction and immediately guiding the request)

In appendix n° 10: BIP of child **IZ**

2.4.1.1.9 INTERVENTION AND EVALUATION OF THE INTERVENTION

2.4.1.1.9.1 EDUCATION

Child 1:

Mand: In the DTT work sessions with **IZ**, I work for him to learn to ask for his reinforcers by exchanging images to develop his communication. **IZ** must give me the picto by going spontaneously to his communication binder and selecting the correct image in his workbook and swapping it with me, without guidance, without presenting TC, on the first try without error, I created the motivation with the food reinforcer at the beginning I make it visible but inaccessible by **IZ**, once I observe **IZ** does an approach behavior for example comes towards me, he reaches for the food, I can judge his interest in the reinforcer in question and I deliver immediately afterwards after physically guiding **IZ** towards the icon of the reinforcer and also guide him so that he gives it to me in my hand

- If correct answer and without guidance or with guidance: immediately offer the reinforcer by naming it + an important social reinforcement
- If incorrect answer: Immediately offer the reinforcer by naming it + neutral feedback
- Maintenance: once the criterion is reached, we will move on to continuous and then variable reinforcement

Response to listener: it is a question of Selecting the requested object in a group of 2 for 5 different objects, following the instruction "where is..." by pointing without guidance and without TC and in all contexts.

- The material used: different objects, flashcards, reinforcers, rating grid
- I put 2 objects on the table and I give the instructions "where is + name of the object" to IZ

Guidance used:

- Total, immediate physical guidance: I accompany the movement of IZ ("hand on hand") to lead it towards the pointing of the requested object
- Partial physical guidance: I partially guide IZ 's hand to point to the appropriate object
- Imitative guidance: I give him a model to point to the object in question
- Gesture guidance: I make a gesture to give a hint to point or show the correct object
- If the response is guided, it is reinforced with tangible AR
- If Correct answer: tangible reinforcement associated with significant social reinforcement
- If incorrect answer: I guide immediately with neutral feedback
- The acquisition criterion is 80% successful attempts over 3 consecutive days

The social: it's about teaching IZ to run after his peers in a game 2 times, without TC, without guidance

- The guidance used to achieve this target behavior: total physical guidance, partial after I fade the guidance by the time delay
- consequences and success criteria are identical to those of the previous target behaviors

Motor imitation: The target behavior is to reproduce a gross motor movement according to a model, without guidance, without behavioral problems, clapping, raising your arms, hitting the table, jumping. To work on the imitation of these movements of gross motor skills, I aim to first obtain his attention then I give him the instruction "do the same", followed by the gesture to imitate associated with an immediate total physical guidance at the beginning of the learning then I blur my guidance gradually.

If IZ answers with guidance or correctly without guidance I deliver the AR immediately associated with significant social reinforcement, in case of incorrect answer I guide and I give neutral feedback.

Consequences and success criteria are identical to those of the previous target behaviors.

Behaviour: Make an appropriate request using a "stop" pictogram when social interaction bothers him and/or when he wants to be alone, without TC, without Guidance.

Cleanliness: The behavior is that IZ is clean, he urinates and defecates on the WC, independently, without TC, without guidance, without wearing a diaper, without accident and in all contexts with different people, in different places and WCs, so we start by pairing with the place of the toilets, once IZ agrees to go into the toilets, we take him at regular intervals by giving him something to drink every hour in order to increase his urge to urinate / defecate.

At the beginning, he is offered total physical guidance to take him to the WC, with verbal guidance: "you pee". During learning (fading of guidance): Gestural, visual guidance. If his answer is correct guided or without guidance: I reinforce socially and I give him his favorite sweets. Acquisition criterion is 5/7 consecutive days without accident.

In appendix n°11: educational programs written during the internship of the child IZ (the one having received the authorization of application by the supervisor)

2.4.1.1.9.2 INTERVENTION ON PROBLEM BEHAVIORS

I started the application of the BIP which was corrected at the first supervision for the child (1) IZ, I applied it with its three strategies, we noticed a reduction in the behavioral disorder, IZ started to ask for the interaction to stop by giving me a "stop" symbol when he needs to play on his own, he understood that thanks to an appropriate request, he gets more reinforcement and that this replacement behavior requires not a big effort compared to the behavior problem.

Possible difficulties encountered:

With the child **(1)** it was not possible to work on all the functions presented by the problem behavior which complicated the smooth running of the teaching, it was only after the internship that we were able to intervene on the other function: obtain something with strategies already validated by the BCBA supervisor

2.4.1.1.9.3 CONTINUITY, GENERALIZATION AND MAINTENANCE

For the first child **(IZ)**: I was able to set up a curriculum and 6 educational programs that are validated by the BCBA, I was able to transmit these programs to his aunt, and I gave him appointments after the internship twice a week for work continuity. I also made visits to the association he frequents for the generalization of educational programs

2.4.1.1.9.4 PSYCHOMOTOR ASSESSMENT**2.4.1.1.9.4.1 THE IZ CHILD****2.4.1.1.9.4.1.1 EVALUATION**

IZ did not pass a psychomotor assessment on the side, but I was able to do a spontaneous psychomotor observation, I find that he does not relate easily. He cannot interact with us, he regularly needs to stay in his bubble, then look away and place his back to us to play on his own. I also noticed that it was difficult for him to integrate several instructions, **IZ** has no problem with the separation with his aunt who is at the same time his educator, and the ease with which he left the WAITING ROOM.

It is only after the implementation of the principles of ABA (pairing) that **IZ** comes to the balance sheet without opposition, is attentive and he agrees to carry out some directed games on imitation as long as he alternates them with paring times, the latter being preceded by an evaluation of preferences.

IZ had some motor inhibition. He needed a lot of support, solicitations to try to move. He is a calm child, who exhibits very little fussiness, who can lean over the table at times and accepts being cradled on the big ball. **IZ** is still curious and goes to discover the equipment, the room.

IZ rarely explores his environment outside of what he knows. Moreover, there seem to be few links between his sensations, his perceptions and the bodily representations he has of them. This results in a poorly integrated body image. It does not seem well perceived, collides with objects.

We find in **IZ** a bad investment of the image of the body with the expression on his face of a certain strangeness when he looks at himself in the mirror. Imitation is not possible face to face, and in immediate response since his attention is very labile

For **gross motor skills**, he is able to throw a ball in the air, but it is still difficult for him to organize his body in space to catch it. **IZ** can also let himself swing in ventral decubitus on the physioball and he prepares his hands forward to catch himself, balance himself (this demonstrates a good integration of the parachute reflex). The unipodal balance is not possible either dynamically or statically, whereas he can jump with both feet.

IZ is very slow in carrying out his movements, he lands on the ground either in a seated position with support behind his back, or on his side. These positions relax him. His sitting posture at the table is of good quality.

At the level of **fine motor skills**, bimanual coordination is scarce. **IZ** performs all manipulations rarely with both hands. His oculo-manual skills are ineffective. He _ fails to cork and uncork an e-bottle, but builds a tower with cubes. It's more complicated for him in terms of fine motor skills to put junction clamps on the poles.

Graphically, **IZ can hold** a pencil in his right hand, at the end of the pen, but his tone is not strong. He scribbles dynamically, but he doesn't seem to be interested in it. He doesn't know how to reproduce a line, or draw a circle, but he likes to use scissors. **The laterality** does not seem to be fixed yet.

On the sensory level, he is very interested in visual stimuli such as shadows, reflections in the glass or in the mirror. He is interested in his specular image.

At the auditory level, **IZ** would rather present a hypersensitivity, he closes his ears and goes away (sometimes hits me) when I speak aloud and he generally tries to avoid these auditory stimuli. He prefers calm environments. **IZ** then sometimes needs to isolate himself and/or spends time observing what is happening in the room. He is interested in symbolic games, and he finds an interest in playing with objects.

From a spatial point of view, IZ is aware of the delimitation of the space around him and identifies himself in the room, nevertheless, he has deficiencies in time tracking.

IZ is not very autonomous but manages to carry out some actions of daily life. In particular, he can eat alone, take off his shoes, but he still can't put on his shirt or wear his panties on his own and he is not clean day or night.

He has difficulty with transitions between activities. At these times, he becomes disorganized, gets excited, can show aggression by throwing objects, and shouts to show his frustration.

Emotional management is difficult to regulate with moments of great anger and opposition, which cannot suddenly disappear, which no longer leaves room for pleasure and effective participation in the activities offered.

CONCLUSION

The implementation of a psychomotor intervention is programmed, to support him in his psychomotor development and to work on his attentional capacities.

The objectives of IZ 's care are therefore to improve its means of communication, to promote verbal and non-verbal interactions. But also, to optimize their learning capacities, using a structured, defined and secure framework, to increase their attentional capacities and thus support their development (cognitive, sensory-motor, communicational, relational).

A body work bringing into play the sensoriality, could be carrying to structure the image of the body of IZ. We believe that a better structuring of the body schema will promote spatio-temporal representation and may limit IZ 's anxieties in the face of the unexpected. Discovering the solidity and unity of his body will allow IZ to situate himself as a subject in the relationship.

IZ 's mother is in agreement with this project and seems invested in taking care of their son.

2.4.1.1.9.5 SUMMARIES AND DEVELOPMENT OF THE PERSONALIZED THERAPEUTIC PROJECT

Following these different evaluations, a summary meeting bringing together the results of the two psychomotor and VB-MAPP assessments allowed us to know the strengths and weaknesses of IZ.

Thus, the interventions which were decided: sessions supervised by myself psychomotrician and instructor using the principles of the ABA, to apply the ABA at the beginning of the assumption of responsibility daily 2 hours per day during 40 days, to give to IZ a functional means of communicating with those around him, by learning the PECS (**Appendix n°21**), and thus helping him to manage his frustrations. The sessions are structured so that he can better identify himself in daily activities and thus better manage behavioral problems and acquire cleanliness. A daily visual plan with pictograms is set up at home, at the association he attends and also during the sessions.

A psychomotor intervention is also programmed, to support him in his psychomotor development and to work on his attentional capacities, always based on the principles of ABA.

Educational interventions are planned at the association and at home, to help generalize the techniques used in the session and provide additional leads in the face of IZ 's problem behaviors (He hits himself and/or he hits me by kicking himself punching me or kicking me). Support in speech therapy is maintained to allow IZ to set up understanding and a means of communication appropriate to him and his entourage in order to allow him to communicate and better understand the people around him.

2.4.1.1.9.6 INDIVIDUAL PSYCHOMOTRICITY CARE

A- Objectives and areas of work

The management of IZ in psychomotricity has several objectives, determined following the analysis of the psychomotor observation.

The objectives aim to enable IZ to be able to mobilize its attention in learning situations, by increasing its ability to concentrate, on the activities proposed at the table in particular; But also, to soften his behavioral rigidities and his emotional lability, which hinder communication and the relationship with others. Psychomotricity sessions also aim to promote dual interactions, and also to support the development of general coordination.

The psychomotor care is part of the respect of the global intervention project of IZ, and proposes a structured framework, using the principles of the ABA, so throughout our care we evaluate the preferences of IZ followed by pairing.

During the sessions, different elements are worked on to achieve the achievement of the established objectives, or at least to approach them.

So, to allow **IZ** to better channel its attention on the activities that are offered to it, several things are put in place and in particular the structuring of the sessions.

The space is organized using a tool for structuring the environment of the TEACCH type considered among the techniques and tools for intervening in ABA, each place corresponds to a type of activity proposed: the small table, facing the blackboard, isolated from stimulation that can be sources of inattention, for graphic activities, manual manipulation, and small cognitive games, the mat in front of the mirror (hidden by curtains), for motor courses, hoops for ball exchanges, or imitation exercises... This structuring of the space, in addition to allowing him to better mobilize his attentional capacities, allows **IZ** to find his bearings and identify the different times of the session.

In addition, other elements are put in place to reinforce the predictability of the session, the understanding of the progress of the sessions and materialize the notion of time. A visual schedule (Technique used in ABA) (**Appendix N°22**), made up of different images representing the activities planned during the session, is available to **IZ**.

The sequence of activities at the table is also highlighted by the use of boxes, each containing an activity to facilitate transitions between activities.

In addition, the use of the Time-Timer (**Appendix n°22**) allows a better understanding of the time of the activity, in particular in the activities where his attention is very mobilized, we started with short sequences (a few seconds, a few minutes, etc.) and we set up the usual teaching procedures in ABA: repetitions, guidance, blurring of guidance, and reinforcement, etc., to go afterwards to more and more natural tools (timer watch, analog watch, etc.)

In addition, interactions are favored by the establishment of a social scenario to develop their social skills: by explaining to **IZ** a given social situation (with its social rules and the expected cpt) using pictograms, they are told in the 1st person, we did a role play with **IZ** following the presentation of the scenario, we based ourselves on the usual teaching techniques in ABA:

- Reinforcement
- Guidance and blurring of guidance
- Chainings
- Shaping
- Generalization in the natural environment and maintenance

And make-believe games, especially in manual productions (modeling clay, slime, drawings, cutting, etc.). Requests for objects are also worked on in parallel by exchanging images, to support the meaning of the word, but also by repeating situations where the request is necessary to continue the activity (for example asking for the piece to make shapes with modeling clay, ask for a scribbler pen).

B- Conduct of psychomotricity sessions

We present here an example of a session related to the target behaviors. Before starting, we make the schedule of the session with **IZ** by putting "work" pictograms and "reinforcement" pictograms that the child chooses (**Appendix n°22**) and we prepare our rating grid.

If **IZ** answers correctly, we score **1** on our observation grid. If, on the other hand, he does not respond or repeats the instructions given, for example, we present him with the "psychomotor course?" » and « do the same » and we give him the instruction. If it is successful, we score 1 but we specify with imitative guidance; if it is still a failure, we offer physical guidance. Generally, this physical guidance proves to be a good help for **IZ**, however, as seen in the theoretical part, any guidance must be blurred so gradually, it will be necessary to take care to reduce the aids until **IZ** can, at the instruction "Do the course?", to answer, alone: « he makes the course ». The sessions take place daily, presented to **IZ** for one hour. Once in the psychomotricity room, he sits down at the table. In general, three different activities are proposed to him on this table, in a defined order, for a duration of about twenty minutes (increasing the time gradually). Indeed, on this table he finds a chronological frieze presenting the planned activities. He is asked to look at this frieze and reinforced. He begins by doing the activity presented first in the visual schedule using physical guidance and a reinforcer. When the activity is finished, he puts the elements of this activity in a box and he removes the corresponding image on the frieze which is then stored in a pocket at the bottom where it is written "end", to learn each step, we guide and we reinforce with a food that is chocolate colored lentils (positive reinforcement) and then we fade the guidance and the reinforcement once the acquisition criterion has been reached for 80% for three consecutive sessions.

The activity is over, he can move on to the next one. The proposed tasks are varied, alternating between small cognitive games (puzzles, memory, association of images with manual exploration (modeling clay, construction game of cubes or Lego, etc.) The Time-Timer is used to define the duration visually), to play together, graphics, manipulation and coordination of each activity (less than five minutes) at first, then only for the most difficult activities for **IZ** especially agree to play together. During these activities **IZ** may be asked to make requests (of material in particular) by the use of image exchange.

Then a time of motor activities is proposed to him. They are often organized in the form of a course, where **IZ** climbs on the mosses, jumps in the hoops, climbs on the bench, climbs the espalier... The beginning and the end of the course are indicated by hoops. The course is built with the participation of **IZ**. During the sessions, the course will already be installed before **IZ** enters the room, to save time. The course is first presented to **IZ** by an **imitative guidance**. Then **he** repeats the course several times, without turns and he is encouraged afterwards.

As the sessions progress, the role is put in place. Other activities can be proposed instead of the course, such as the exchange of the ball (each one sitting on a chair inside a hoop, at first, then standing in the hoop), activities of imitation of coordinations (imitation of animal movements, or simple actions such as turning around, jumping, etc.), relaxation in the hammock... each activity is carried out with guidance and followed by food reinforcement after the guidance is faded and reinforcement once the criterion for acquiring the target behavior has been reached.

Finally, the session ends with the return to calm (lie down in the hammock or give him a little massage on the carpet after guiding him to open the door).

3 RESULTS

3.1 RATING OF RESULTS

Below are the rating grids per trial of the different target behaviors of the child **IZ**.

3.1.1 THE IZ CHILD

First name: **IZ** Date: 27/11/2021

Skill	sd	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	%
Ask for your reinforcers by image	What do you want + "cookie"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	What do you want + "candy"	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	10
Imitate arm and hand gestures	do like me + "applaud"	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	10
	Do like me + "raise your arms"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Go to the toilet alone.	Take away at regular interval (target). Give the child something to drink every hour. MO: urge to urinate/defecate. Show picto WC + says "toilet"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0

(-) guided response (+) answer without guidance

Skill	sd	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	%
Ask for your reinforcers by image	What do you want + "cookie"	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	60
	What do you want + "candy"	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	50
Imitate arm and hand gestures	do like me + "applause"	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	10
	Do like me + "raise your arms"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Go to the toilet alone.	Take away at regular interval (target). Give the child something to drink every hour. MO: urge to urinate/defecate. Show picto WC + says "toilet"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0

First name: Ilyas Date: 11/30/2021

Skill	sd	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	%
Ask for your reinforcers by image	What do you want + "cookie"	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100
	What do you want + "candy"	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100
Imitate arm and hand gestures	Do like me + "applaud"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Do like me + "raise your arms"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Identify objects	"Show the car" among 2 objects	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	60
	"Show the doll" among 2 objects	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
Go to the toilet alone.	Take away at regular interval (target). Give the child something to drink every hour. MO: urge to urinate/defecate. Show picto WC + says "toilet"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0

First name: Ilyas Date: 01/12/2021

Skill	sd	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	%
Ask for your reinforcers by image	What do you want + "cookie"	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100
	What do you want + "candy"	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100
Imitate arm and hand gestures	do like me + "applaud"	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	40
	Do like me + "raise your arms"	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	30
Identify objects	"Show the car" among 2 objects	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	20
	"Show the doll" among 2 objects	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	30
Go to the toilet alone.	Take away at regular interval (target). Give the child something to drink every hour. MO: urge to urinate/defecate. Show picto WC + says "toilet"	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	20

First name: Ilyas Date: 24/11/2021

Skill	sd	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	%
Request the end of the interaction	Sharing game	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0

(-) guided response (+) answer without guidance

First name: Ilyas Date: 26/11/2021

Skill	sd	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	%
Request the end of the interaction	Sharing game	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	10

First name: Ilyas Date: 27/11/2021

Skill	sd	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	%
Request the end of the interaction	Sharing game	–	+	+	–	–	–	–	–	–	+	30

First name: Ilyas Date: 29/11/2021

Skill	sd	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	%
Request the end of the interaction	Sharing game	+	+	+	+	+	–	+	–	–	–	60

First name: Ilyas Date: 30/11/2021

Skill	sd	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	%
Request the end of the interaction	Sharing game	+	+	–	–	+	+	+	+	+	+	80

First name: Ilyas Date: 1/12/2021

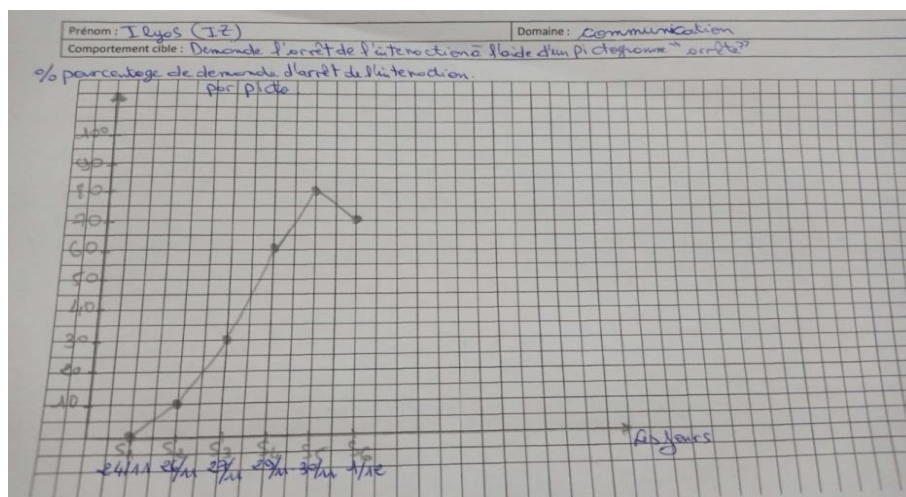
Skill	sd	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	%
Request the end of the interaction	Sharing game	–	+	+	+	+	+	–	–	+	+	70

3.2 GRAPHICS OVERVIEW

The results are illustrated in the form of graphs which show the evolution after the intervention, the latter grouping together the different sessions during which we used the ABA procedures.

3.2.1 THE IZ CHILD

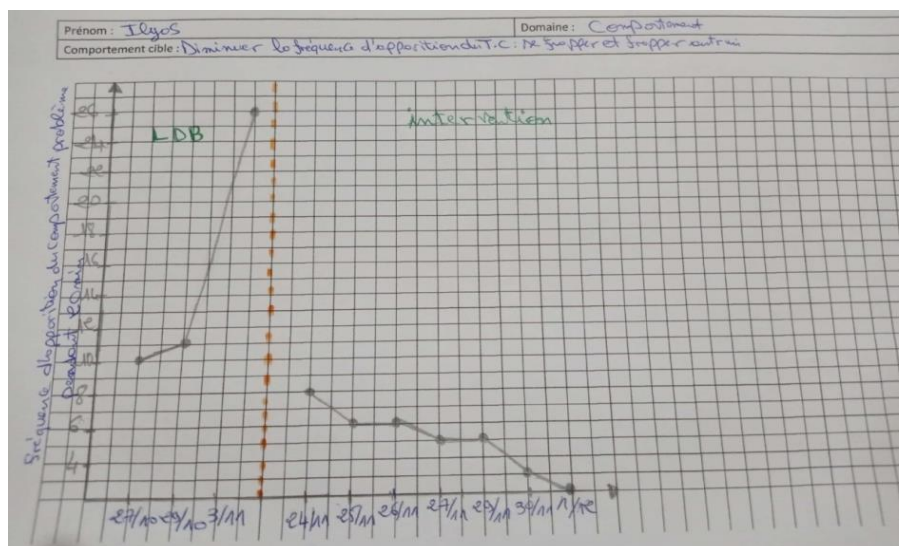
3.2.1.1 TARGET BEHAVIOR 1



Graph 1: Occurrence of a request to stop the interaction using a "stop" pictogram.

Regarding replacement behavior; the graph (corrected and validated by the BCBA) shows us the evolution of this skill since we had no skill at the beginning.

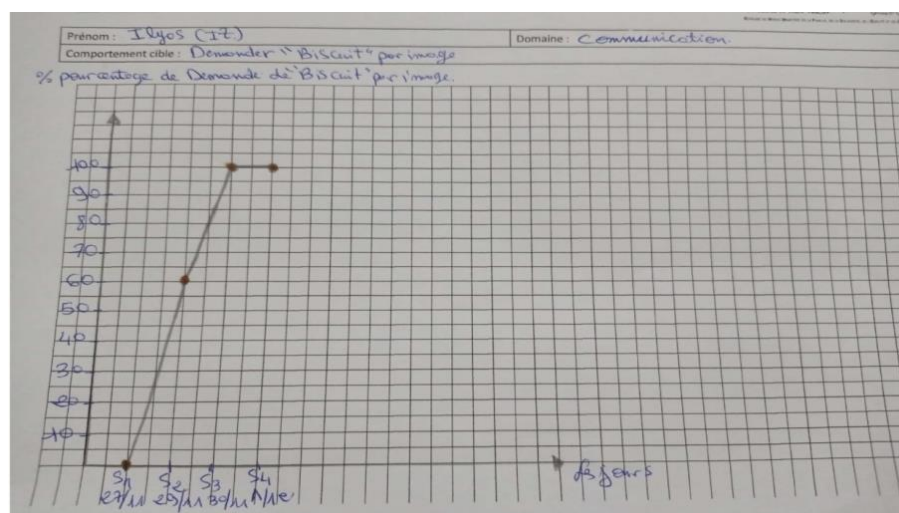
I applied the BIP with its three strategies, after validation by the supervisors, we noticed a reduction in the behavioral problem, **IZ** began to ask for the interaction to be stopped by giving me a "stop" picto when he need to play alone, he understood that thanks to an adapted request, he obtains more reinforcement and that this replacement behavior does not require a great effort compared to the behavior problem.



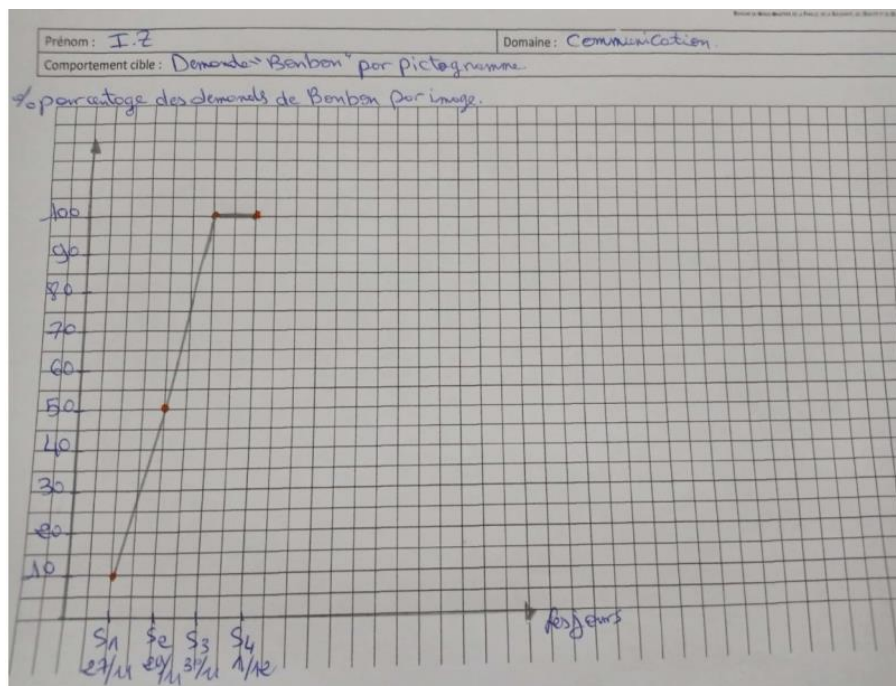
Graph 1: frequency of occurrence of problem behavior over 20 min.

Between the initial session where we counted the frequency of appearance of the problem behavior for 20 min before intervention, what is called the "LDB" baseline, we find that the problem behavior is very high, nevertheless as soon as we have applied the intervention, we notice that the occurrence of the problem behavior decreases significantly, from the first session.

3.2.1.2 TARGET BEHAVIOR 2



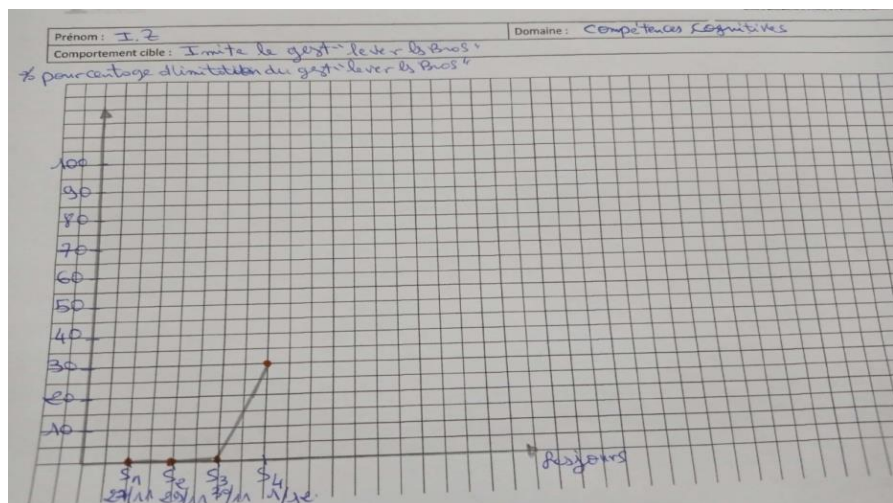
Graph 3: percentage of "Biscuit" request per image after intervention.



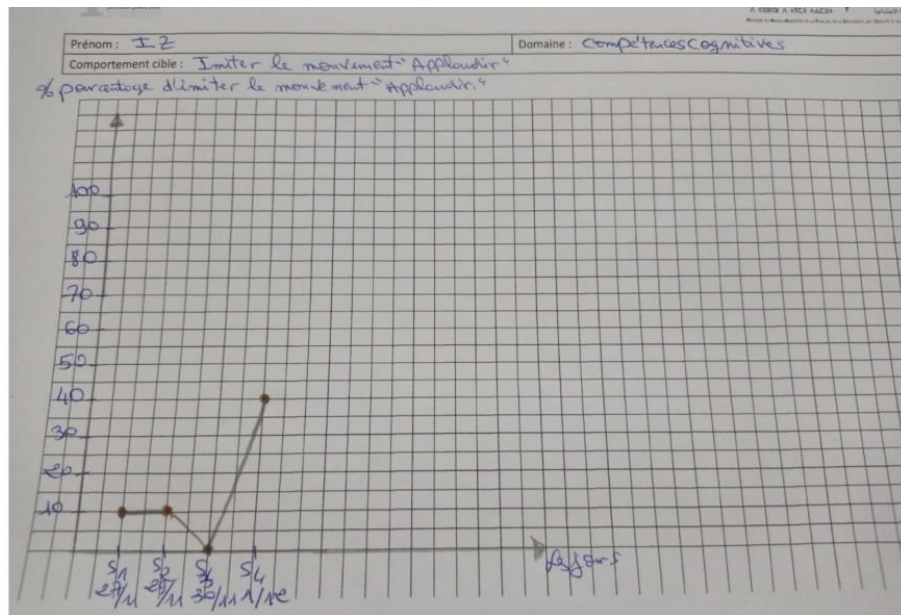
Graph 4: Occurrence of "candy" request by image after intervention.

The occurrence of target behavior 2 increases during treatment for both graphs 3 and 4 from the intervention.

3.2.1.3 TARGET BEHAVIOR 3



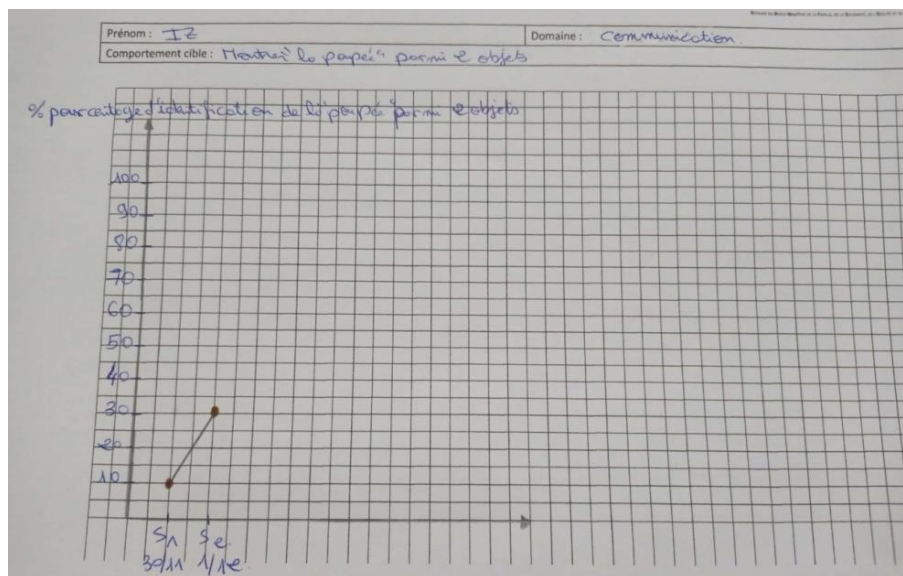
Graph 5: percentage of imitation of the "raise arms" gesture after intervention.



Graph 6: Percentage of imitation of the "Applause" gesture after intervention.

For the two graphs 5 and 6, at the start, we observe a very low rate of motor imitation; over the course of the treatment, the percentage of this behavior increases.

3.2.1.4 TARGET BEHAVIOR 4



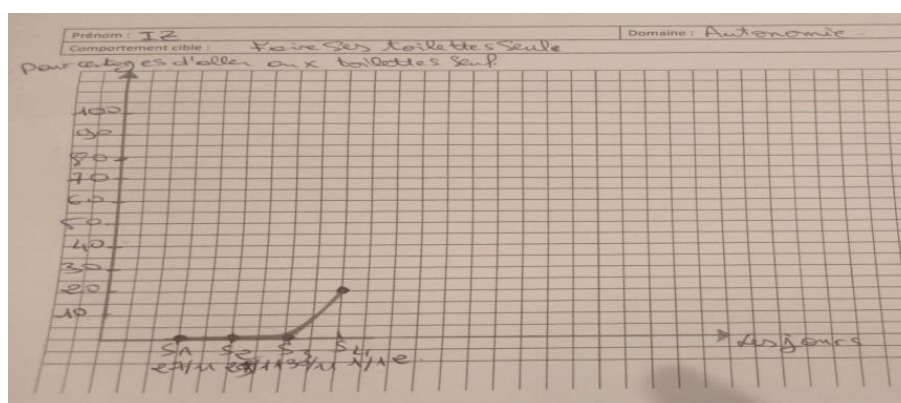
Graph 7: Percentage of identification of "the doll" among two objects.



Graph 8: Percentage of identification of "the car" among two objects.

For graph 7, we see an increase in identification of the doll, while graph 8 shows a decrease in the percentage of identification of the car.

3.2.1.5 TARGET BEHAVIOR 5



Graph 9: Percentages of toileting alone.

Being autonomous is a priority, especially cleanliness. We notice that at the beginning of the apprenticeship IZ is always dependent on the adult it is only around the 4th day that we note 20% successful trials.

3.2.1.6 EVOLUTION

3.2.1.6.1 FROM IZ

Retest:

The reassessment of IZ was carried out around August. The purpose of this reassessment was to provide additional information on IZ's skills in the field of psychomotricity. Two reassessment sessions were carried out, carried out at the rehabilitation center in the hospital.

Moreover, during these sessions, IZ's participation in the various tests was satisfactory. He accepted most of the proposed situations.

Engine development:

General dynamic coordination, static and dynamic balance:

IZ passes all the items except the last one which is to stand five seconds on one foot without help. But IZ manages to hold only 3 seconds on his right foot and 2 seconds on his left foot. Moreover, he has little difficulty in stabilizing his balance in this situation. His upper body

oscillates very little, the movements of his arms are adapted, the lifted leg is kept in flexion for a few seconds. The supporting foot is also poorly stabilized (few co-contraction movements).

MABC dynamic balance tests in a non-standardized situation (addressed in the form of a course): His balance seems more mastered since we observe that **IZ** is able to jump in the middle of a hoop with both feet at the same time. He can also walk heels / toes, but he does not respect the instruction to walk on the rope.

Clinical observations: It is noted that **IZ** is able to jump in place on one foot, from a height, forward, and to jump with feet together (from one hoop to another), But his achievements still require be reinforced. Walking on a narrow beam, on the different foams, going up and down the wall bars, rolling and moving on the ground (crawling) seems acquired. He manages to better control his body, he moves delicately when the course gets complicated (less haste, and better estimation of the dangers) and he is able to ask for help when faced with his difficulties. However, its participation and performance remain satisfactory. He seems less parasitized by his emotional state, we observe that after our intervention using the strategies proposed in ABA, his problem behavior is unremarkable which ensured the smooth running of the evolution assessment thus night cleanliness is almost acquired in asking with a pictogram to go to the toilet.

4 DISCUSSION

4.1 REMINDERS OF RESULTS AND ANALYZES

It is important to specify that in ABA, a behavior is said to be acquired when it is successful, without guidance in at least 80% of cases in three consecutive sessions, and generalized to different contexts and interlocutors.

4.1.1 PATIENTS

4.1.1.1 THE IZ CHILD

4.1.1.1.1 TARGET BEHAVIOR 1

The target behavior is that **IZ** asks for the interaction to stop by giving me a "stop" symbol when he needs to play alone; the graph shows us the evolution of this skill since we had no skill at the beginning and also we could notice a decrease in the behavioral problem, At the final session, **IZ** obtains a score of 7/10, We can therefore say that target behavior 1 is in the process of being acquired.

4.1.1.1.2 TARGET BEHAVIOR 2

For requests for image reinforcers, we note an improvement in occurrences between the beginning and the end of the intervention. The graph mainly highlights successful trials without using guidance. For the last two sessions, this behavior is increasing, we have reached 100%.

4.1.1.1.3 TARGET BEHAVIOR 3

For this target behavior, we note that at the start **IZ** was unable to imitate the movements, we observe a slight increase in this behavior thereafter, at the end of the intervention, nevertheless we cannot speak of acquisition because unguided successes remain below 80%.

4.1.1.1.4 TARGET BEHAVIOR 4

The occurrence of the target behavior seems to indicate an increase during the treatment for the identification of "the doll" while **IZ** still needs guidance (in particular physical for the pointing of the object "doll" and " car ").

4.1.1.1.5 TARGET BEHAVIOR 5

Acquiring cleanliness is a complex learning process for children with ASD, suddenly, it took a long time to settle in, we noted at the beginning the ability to wash on its own in two trials thereafter this behavior has increased during the sessions with the significant involvement of his family and the use of powerful reinforcing agents.

4.2 DISCUSSION

This study speaks of the meeting of ABA and psychomotricity. The first three parts are centered on a presentation of the autism spectrum disorder ASD, psychomotricity and ABA as well as its importance in the management of ASD and of course on the relationship between ABA and psychomotricity which will be treated in the 4th part.

The last part evokes the practical part or one presents two studies a study which exposes the application of the principles of the ABA in psychomotricity near two children reached of ASD. That is to say, to see how psychomotricity would fit into this approach which is still not very widespread in Morocco.

Followed by two surveys: one with psychomotors caring for patients with ASD, and another for parents, the objective was to assess their knowledge and practices in ABA. This would, among other things, make it possible to know the different existing training courses, the opinion of psychomotor therapists on ABA (contributions and limits), and the techniques actually implemented in their clinical practice: guidance, rating, teaching techniques,...

In addition, the practical part illustrates the use that can be made of the different techniques presented in the theoretical part during a psychomotricity session. The programs offered to the two children presented are based on the involvement of elements, principles and strategies borrowed from ABA.

The psychomotor rehabilitation took into consideration the particularity of each child. **IZ** and **AK** showing different profiles. They are not the same age, nor the same aptitudes. The facilities put in place to be able to establish a psychomotor rehabilitation, take into account their needs, their skills, as well as the priority objectives of the parents.

In this way, **IZ** is offered support focused on areas such as: autonomy, in particular cleanliness, sociability: work independently on small tasks, work at the table because it bothers him a lot movement and play at out loud (he moves very little and closes his ears), activities with peers, the reduction of behavioral problems by adopting the strategies proposed in the BIP, and through pairing and also a structured environment (developments of TEACCH type), communication as long as he has no means of communication and he no longer oralizes so he was offered communication using the exchange by image as an alternative means, which facilitated the psychomotor intervention by the following, aimed at supporting him in his psychomotor development and working on his attentional capacities, the integration of the body image, the temporal and spatial structuring.

While the therapeutic **project** of **AK** is based on increasing their motivation to learn, in a more natural environment given its hyperactivity, favoring interactions, relationship and communication, the latter which is present but it is altered by the erroneous use of images and also the incorrect articulation of some letters suddenly we have again proposed communication by image exchange as an augmentative tool, as a result, psychomotor support was provided in order to consolidate his general dynamic motor skills, perceive the body diagram, provide new sensorimotor stimulation and thus better understand his environment, reduce hyperactivity and work on bimanual and hand-eye coordination.

The management of **IZ** seems to have settled in well, he participates and evolves from session to session. For **AK** it seems more difficult. Suspicion of a comorbidity with attention deficit hyperactivity disorder, could explain its limited results.

The psychomotor management based on the principles of ABA shows that this population is specific since the accommodations are important in the intervention with patients with ASD. Indeed, the management of this population is characterized by the use of guidance, the request for a break and help during the session, giving reinforcers. Also, the challenge for psychomotor therapists working with these patients is to try to limit the behavioral problems that can create an obstacle for the implementation of the objectives of the therapeutic project of psychomotor therapists.

In addition, relying on pictograms/image/or photos facilitates verbal comprehension in case of difficulty. These different aspects thus reflect the particularity of the management of patients with ASD.

4.2.1 INTERESTS AND LIMITS OF OUR RESEARCH

4.2.1.1 INTERESTS

Thanks to this thesis, I acquired a lot of practical experience with this population, which presents an important asset in the exercise of my profession: as a psychomotrician.

On the one hand, the various trainings in which I participated as well as the professional experience of 12 years with this population allowed me to enrich my knowledge both on the specific cognitive functioning of these children with ASD and on the science of ABA. So I decided to better explore this behavioral approach.

We had to combine flexibility and discipline with these children throughout the treatment. Indeed, if we had been too strict at the beginning, always giving instructions related to the psychomotor assessment or the anamnesis, the child would not have been able to consider us a source of something pleasant.

However, it is an essential aspect in the management of children with ASD by ABA, because without the "pairing", no work can be neither considered nor successful. Also, do not adopt a few strategies such as: stopping the task in progress with a child who cries and rolls on the floor in session; we must first specify the function of this maladaptive behavior (is it self-stimulation? is it because it is trying to obtain something or, on the contrary, because it is trying to escape it?), so, once the function is identified, it is necessary to provide the consequence that best corresponds to the behavior. On the other hand, it is possible in ABA for example to give breaks in the activity, so that the care is effective.

Currently I have a great adaptability; Essential characteristic for my job, I was able to test different principles of ABA, so that they can then be reused and certainly generalized to other pathologies (ADHD, ASD...).

On the other hand, the fact of filming made it possible to analyze in a more reliable way the course of the sessions to identify more details or to take a step back from the situation.

Thanks to the videos, we were able to rate the milestones of the VB-MAP, the obstacles, fill in the rating grids per trial, the pairing rating grid, also fill in the ABC diagrams to find the function of the problem behavior, also share these videos with supervisors to validate educational programs, BIPs, etc.,

Videos then seemed necessary. They have made our work more effective.

Another advantage of my research is that ABA allowed me to prioritize the objectives of my therapeutic project, among them autonomy, in particular cleanliness, providing the child with a means of communication and reducing the appearance of maladaptive behaviors which will really facilitate the implementation of my intervention as a psychomotor therapist to rehabilitate the various psychomotor disorders that this population presents.

By using ABA, we respect the sequence of steps without succeeding in the previous step, we cannot go to the next one, that is to say reach an acquisition criterion, everything is analyzed and recorded in ABA. In addition, there is an important concept in ABA called "interobserver agreement": it corresponds to the fact that two or more people can observe and measure the same behavior from the same video. This is also very important for the credibility of the results. Indeed, we took advantage of the outside view of an ABA professional (inter-observer agreement) to rate the videos, so I was able to benefit from critical feedback on my work.

4.2.1.2 LIMITS

In Morocco, the improvement of the diagnosis of ASD before 2 years is still rare, the waiting times between the first contact and the first consultations then between the implementation of a diagnostic approach and the multidisciplinary evaluation are still too long. In addition, there are also waiting times before support is established.

In addition, few existing psychomotor assessment tests are suitable for patients with ASD, the objective of which is to have quantitative data, since it is essential, for this population, to obtain qualitative benchmarks. However, it is more relevant for us to find the difficulties and the skills.

Regarding the care, we encountered several difficulties. First of all, note that the preparation of the sessions, although necessary, can take a lot of time. Consequently, it was not enough to bring only the material for the daily activities, it was also necessary to bring reinforcers, rating grids which seemed to us difficult to set up at the same time as the proposed activity or the instruction, flashcards which contain the instructions and areas also to each child. Also, problem behaviors prevent learning and constitute a real obstacle to the child's development.

The majority of ABA references are in English, so I found it difficult to fully understand some ABA concepts, sometimes I had to translate the articles into French.

In this regard, we can highlight another limitation in our study:

Otherwise, the generalization of the target behaviors to other interlocutors or other contexts was difficult to put in place since neither the association that these children frequent uses ABA nor the parents proves an availability to apply the educational programs

The frequency of support also poses a difficulty. Indeed, at the rate of a two-hour session every day for 40 days and after the course it was one hour twice a week; because it is true that ABA is an intensive approach (about forty hours per week), However, in addition to our sessions, we visited the child's school environment to put ourselves in the position of observer and also of active partner, suggesting ways to facilitate the generalization of the skills worked on in the sessions.

Unfortunately, neither at home nor at the association, those working with ASD children adopt the principles of ABA or practice the educational programs shared with them given the absence of educators/AVS who are trained in ABA, so its application is not very complicated and long, on the other hand the interveners did not adopt the same strategies for example to make extinction in the face of a behavioral disorder, in addition, awareness is very low on the effectiveness of this approach with people affected of TSA.

4.3 PERSPECTIVES AFTER RESEARCH

I will make presentations to sensitize psychomotor therapists in Morocco working with children with ASD, exposing our research and its results. Our goal will be to prioritize target behaviors for each child such as: cleanliness, communication and behavioral problems. We will take this opportunity to explain the procedures used and their interests in the psychomotor care of these children. Indeed, it is essential to master the principles of ABA such as the evaluation of preferences, pairing, instructional control, guidance and reinforcement, and rating which can be used in the management of this population and also for other disorders, so it is important to create networks especially for this population, to coordinate between the different interventions for the coherence of the work and to allow the generalization of the target behaviors, to continue my studies in this direction to deepen my experience especially in level of reduction in behavioral disorders which remains a priority in my psychomotor intervention.

5 CONCLUSION

Disorders and abnormalities in the psychomotor development of young children with autism are evident, we note the presence of a multitude of deficits: developmental delays in cognition and communication, functional particularities, sensory-motor abnormalities, where comes the importance of establishing an adapted psychomotor therapeutic project. Certainly the strategies used must take into consideration the symptomology of ASD, the unique profile of each child and the global project of this child.

Following the results of the psychomotor examination or the analysis of the observations on the functioning of the child, we identify our objectives, and we then propose psychomotor rehabilitation which is a direct intervention, it is proposed individually or in groups to through the setting in perceptive-motor situations, within playful but at the same time pleasant and motivating activities, the game which is an essential tool in rehabilitation, it promotes exchanges and interactions with the child and also keeps his motivation.

However, I still had obstacles concerning communication, autonomy and behavioral disorders which block the realization of my therapeutic project, several approaches and methods are recommended in the care of this population by the High Authority of Health (HAS, 2012) and the National Agency for the Evaluation of the Social and Medico-Social Sector (ANESM, 2012): TEACCH, DENVER, ABA, our study focused more mainly on ABA, which aims to increase behavior adaptive behaviors, decrease maladaptive behaviors and learn new adaptive behaviors through behavior modification and reinforcement. We have attempted to apply certain principles of ABA to this population, by coupling them to psychomotor clinical practice. In fact, we have identified the target behaviors considered to be priorities according to the results of the VB-Mapp and observations.

People with ASD need the individual program with consistency between the different stakeholders with this population given the diversity of symptoms, in addition it is necessary to think about the means and strategies that we will use, to implement the therapeutic project., in order to increase the occurrence of behaviors in the learning phase or to reduce the frequency of appearance of problem behaviors.

Regarding the objectives that we had set ourselves, we see an improvement at all levels, especially priority areas such as autonomy, communication: currently the two children use a means of communication, and a reduction in behavioral problems, which has facilitated the implementation of the objectives of the therapeutic project in psychomotricity.

This study has been enriching on all sides, because we have acquired new knowledge and skills that will be useful in my professional practice, and at the same time give the child the opportunity to develop thanks to the multidisciplinary support.

Through this study, it would be interesting to develop it on a larger scale. For this, it was relevant to propose questionnaires, one to psychomotor therapists caring for ASD patients and the other to the parents of children with ASD. The objective would be to evaluate their knowledge in particular in ABA and their practices.

APPENDICES



Ring with strings

REFERENCES

- [1] Bakken, J., Miltenberger, R., & Schauss, S. (1993). Teaching parents with mental retardation: Knowledge versus skills. *American Journal on Mental Retardation*, 97 (4), 405–417.
- [2] Ernsperger & Stegen-Hanson «Just take a bite». Future Horizons Inc.
- [3] Tomkiewicz, T., Vivet, P. et al. 1991, To love badly, to punish well. Investigations into violence in institutions for children and adolescents, Seuil.
- [4] Fantuzzo, Rohrbeck, Hightower, & Work 1991. «Child Reinforcement Survey.».
- [5] Holmes, Cautela, Simpson, Motes, & Gold, 1998 «School Reinforcement Survey Schedule».
- [6] Fisher, Piazza, Bowman, & Almari, 1996 «Reinforcement Assessment for Individuals with Severe Disabilities».
- [7] Green & al., *Journal of Applied Behavior Analysis*, 1988, «Identifying reinforcers for persons with profound handicaps: Staff opinion versus systematic assessment of preferences», vol.21, pp.31-43.
- [8] Mary Lynch Barbera, 2007 «The verbal behavior approach». the Picture Exchange Communication System in Children with Autism. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 24, 539–558.
- [9] Chaabane, D., Alber-Morgan, S., & DeBar, R. (2009). The effects of parent-implemented PECS® training on improvisation of mands by children with autism. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 42, 671-677.
- [10] Howlin, P., Gordon, RK, Pasco, G., Wade, G., & Charman, T. (2007). The effectiveness of Picture Exchange Communication System (PECS®) training for teachers of children with autism: A pragmatic, group randomized controlled trial. *Journal of Child Psychology & Psychiatry*, 48, 473-481.
- [11] Here, KC. (2008). Effectiveness of the Picture Exchange Communication System as a functional communication intervention for individuals with Autism Spectrum Disorders: A practice-based research synthesis. *Education and Training in Developmental Disabilities*, 43, 61-76.
- [12] Bondy, A. & Frost, L. (2001). The Picture Exchange Communication System. *Behavior Modification*, 25, 725-744.
- [13] Tincani, M. (2004). Comparing the Picture Exchange Communication System and sign.
- [14] language training for children with autism. *Focus on Autism and Other Developmental Studies*, 19, 152-163.
- [15] Fisher, Wayne & Greer, Brian & Fuhrman, Ashley & Saini, Valdeep & Simmons, Christina. (2018). Minimizing Resurgence of Destructive Behavior Using Behavioral Momentum Theory. *Journal of Applied Behavior Analysis*.
- [16] Horner, RH, & Day, HM (1991). The effects of response efficiency on functionally equivalent competing behaviors. *Journal of applied behavior analysis*, 24 (4), 719-32.
- [17] S. Freeman, L. Dake, S. Davis, ML. Miginiac (2000). *Teach Me Language: A Language Learning Handbook for Children with Autism, Asperger's Syndrome and Other Developmental Disabilities*. SKF Books.
- [18] Catherine Potel-Baranes (2010). Book «Being a psychomotrician».
- [19] Miltenberger, R. (2022). *Behavior modification* (H. Abdelnour, Trad., 6th ed.). ABA editions.
- [20] Jean-Michel Albaret, Philippe Scialom and Françoise Giromini (2018). *Psychomotricity teaching manual Volume 5: Psychomotor examination and tests* September.
- [21] Riviere, V. (2015). Functional analysis of behavior: the principles. In J. Cottraux (dir.), *Behavioral and cognitive management of autism spectrum disorder* (pp. 59-70). Elsevier Masson.

Etude de la variabilité génétique de 19 accessions de voandzou « *Vigna subterranea* (L.) Verdcourt » de l'extrême et du centre Est du Niger

[Study of Genetic Variability of 19 Accessions of Bambara Groundnut « *Vigna subterranea* (L.) Verdcourt » from the Far and Central East of Niger]

Abdou Zakary Yaou Ibrahim¹, Alhassane Agali², Idi Saidou Sani³, and Harouna Issa Amadou¹

¹Laboratoire de Gestion et Valorisation de la Biodiversité au Sahel (GeVaBioS), Faculté des Sciences et Techniques, BP 10662 Ny, Université
Abdou Moumouni, Niger

²Département Information et Recherche, Centre AGRHYMET CCR/AOS, BP 11011 Niamey, Niger

³Département de la Production Végétale et Biodiversité, Université de Diffa, Niger

Copyright © 2023 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: Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* [L.] Verdc.), a crop of the new millennium, is considered one of the main legumes of the tropics, because of its versatile advantages. The main objective of this study is to estimate the variation of local Bambara groundnut accessions by taking into account their 21 quantitative characters, in order to find the best genotype adapted to Niger. The study was carried out according to a completely randomized Fisher block device with four repetitions. Twenty-one (21) characters including four (4) phenological, five (5) morphological and twelve (12) related to yield were evaluated to characterize the accessions. With the 21 characters of the accessions used, the variation of the genetic parameters was determined. The analysis of variance revealed significant variations for all the traits assessed ($P \leq 0.01$). The coefficients of variation vary from 0.57% to 32.11%. Six (6) of the twenty-one (21) parameters measured had high coefficients of variation ($CV > 20\%$). Yield showed a strong positive correlation with parameters such as number of leaves ($r = 0.62$), number of pods ($r = 0.68$), number of petioles per plant ($r = 0.62$), 100-seed weight ($r = 0.79$), pod weight ($r = 0.97$) and seed weight ($r = 0.97$). The weight of seeds ($GCV = 23.40\%$ and $PCV = 42.54\%$), the weight of 100 seeds ($GCV = 25.73\%$ and $PCV = 25.75\%$) and the yield in Kg/ha ($GCV = 23.40\%$ and $PCV = 42.54\%$) revealed high phenotypic and genotypic coefficients of variation ($> 20\%$). Maturity date (91.28%) and 100-seed weight (96.85%) were highly heritable. Genetic advance was high for 100-seed weight (52.96%), dry biomass weight (34.19%), seed width (20.55%), seed weight (26.52%) and the yield in Kg/ha (26.53%). The 100-seed weight ($h^2 = 96.85\%$ and $GA = 52.97\%$) had high broad-sense heritability and expected genetic gain. The constructed dendrogram showed three distinct groups of accessions. Group 1 is made up of promising accessions with the highest average seed weight per plant (13.24g), small plants (20 ± 0.86 cm) and early plants (82 ± 0.86 DAS). Group 2 includes late accessions (83 ± 0.30 DAS) with average height (21 ± 0.35 cm). Group 3 is composed of intermediate accessions for the maturity date (82 ± 0.66 cm) with the highest seedlings (22 ± 0.22 cm). Accessions Di-3 082 (899.73 kg/ha), Di 083 (857.89 kg/ha), Di 085 (566.53 kg/ha), Zi 087 (818.22 kg/ha), Zi 092 (584.27 kg/ha), Zi 094 (720.22 kg/ha) and Zi 098 (616.00 kg/ha) gave yields higher than the average total yield (560.20 kg/ha).

KEYWORDS: Bambara groundnut, Sahelian zone, diversity, genotypic, phenotypic, Niger.

RESUME: Le voandzou (*Vigna subterranea* [L.] Verdc.), culture du nouveau millénaire, est considéré comme une des principales légumineuses des régions tropicales, en raison de ses avantages polyvalents. Cette étude a pour objectif principale d'estimer la variation des accessions locales de l'arachide bambara en tenant compte de leurs 21 caractères quantitatifs, afin de découvrir le meilleur génotype adapté au Niger. L'étude est réalisée selon un dispositif en blocs de Fisher complètement randomisé avec quatre répétitions. Vingt-un (21) caractères dont quatre (4) phénologiques, cinq (5) morphologiques et douze (12) liés au rendement ont été évalués pour caractériser les accessions. Avec les 21 caractères des accessions utilisées, la variation des paramètres génétiques a été déterminée. L'analyse de la variance a révélée des variations significatives pour tous les caractères évalués ($P \leq 0,01$). Les coefficients de variation varient de 0,57% à 32,11%. Six (6) des vingt-un (21) paramètres mesurés ont des coefficients de variations élevés ($CV > 20\%$). Le rendement a présenté une corrélation fortement positive avec des paramètres tels que le nombre de feuilles ($r = 0,62$), le nombre de gousses ($r = 0,68$), le nombre de pétioles par plante ($r = 0,62$), le poids de 100 graines ($r = 0,79$), le poids de gousses ($r = 0,97$) et le poids de graines ($r = 0,97$). Le poids de graines ($GCV = 23,40\%$ et $PCV = 42,54\%$), le poids de 100 graines ($GCV = 25,73\%$ et $PCV = 25,75\%$) et le rendement en Kg/ha ($GCV = 23,40\%$ et $PCV = 42,54\%$) ont révélé des coefficients de variation phénotypique et génotypique élevés ($> 20\%$). La date de maturité (91,28%) et le poids de 100 graines (96,85%)

ont été hautement héréditaires. L'avance génétique a été élevée pour le poids de 100 graines (52,96%), le poids de biomasse sèche (34,19%), la largeur de la graine (20,55%), le poids de la graine (26,52%) et le rendement en Kg/ha (26,53%). Le poids de 100 graines ($h^2_g=96,85\%$ et $GA=52,97\%$) a eu une héritabilité au sens large et un gain génétique attendu élevés. Le dendrogramme construit a montré trois groupes distincts d'accessions. Le groupe 1 est formé des accessions prometteuses avec le poids moyen en graines par plante le plus élevé (13,24g), de plantes de petites tailles ($20\pm0,86$ cm) et des plantes précoces ($82\pm0,86$ JAS). Le groupe 2 comporte des accessions tardives ($83\pm0,30$ JAS) avec des tailles moyennes ($21\pm0,35$ cm). Le groupe 3 est composé des accessions intermédiaires pour la date de maturité ($82\pm0,66$ cm) avec les plus hautes plantules ($22\pm0,22$ cm). Les accessions Di-3 082 (899,73kg/ha), Di 083 (857,89kg/ha), Di 085 (566,53kg/ha), Zi 087 (818,22kg/ha), Zi 092 (584,27kg/ha), Zi 094 (720,22kg/ha) et Zi 098 (616,00kg/ha) ont donné des rendements supérieurs au rendement moyen total (560,20 kg/ha).

MOTS-CLEFS: Voandzou, zone sahélienne, diversité, génotypique, phénotypique, Niger.

1 INTRODUCTION

Troisième légumineuse après l'arachide et le niébé [1], le voandzou [*Vigna subterranea* (L.) Verdcourt] est une légumineuse à grains sous-utilisée qui appartient à la famille des Fabaceae et à la sous-famille des Faboidea. Selon Holm *et al.*, [2], le centre d'origine de l'arachide bambara est 'Bambara', le nom d'un lieu situé près de Tombouctou dans le centre du Mali en Afrique de l'Ouest. Cultivée principalement en Afrique [3] avec un nombre de chromosome égal à $2n = 2x = 22$ [4], elle fait partie des espèces encore négligées et peu utilisées dans les programmes de sélection variétale [5]. Or, Cette plante offre pourtant d'énormes potentialités tant sur le plan de l'amélioration variétale, grâce à sa diversité génétique retrouvée dans des milliers d'accessions à travers le monde, que sur le plan nutritionnel avec ses graines riches en protéine, en glucide et en lipide [6; 7; 8; 9]. La consommation de ses graines contribue à l'amélioration de la qualité de l'alimentation en tant que complément protéique et peut aider au maintien de l'organisme en bonne santé [10]. Plusieurs accessions de voandzou collectées dans différentes régions du Niger ont des caractères contrastés [11]. Or, la création variétale passe par l'utilisation du matériel végétal à large variabilité génétique. La présente étude a pour objectif l'évaluation de la diversité agro-morphologique des accessions de voandzou collectées dans l'extrême et centre Est du Niger et d'estimer les paramètres génétiques afin d'identifier les meilleures accessions pour une éventuelle amélioration de cette ressource génétique.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 SITE D'ÉTUDE

L'essai a été conduit durant la campagne agricole de 2021, dans la station de recherche de l'Institut des Radio-Isotopes (IRI) de l'Université Abdou Moumouni (UAM) de Niamey, Niger, à $13^{\circ}29'$ de latitude Nord et $2^{\circ}10'$ de longitude Est. Pendant cette étude, la pluviométrie enregistrée dans la zone est de 512,5 mm en 38 jours de pluie. Le terrain est un sol profond, peu évolué, ferrugineux tropical sur sable dunaire peu lessivé. L'horizon superficiel (0 et 50cm) se caractérise par une forte dominance de sable (96%), avec seulement 0,16% de matières organiques et une très faible capacité d'échange cationique ($1,3\text{m}\text{eq}/100\text{g}$ de sol). La teneur en phosphore assimilable de l'horizon de surface est de 3ppm (Méthode Bray1); le pouvoir fixateur étant faible (r/R 0,4). Le PH est légèrement acide avec une faible capacité de rétention en eau (8 à $11,2\text{cm}^3/100\text{cm}^3$).

2.2 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal est composé des graines de 19 accessions de voandzou provenant des régions de Diffa et Zinder (tableau 1), tirées de la collection de 2012 à 2013 [11] du Département de Biologie de la Faculté des Sciences et Techniques (FAST) de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger.

Tableau 1. Les Dix-neuf (19) accessions de voandzou étudiées et leurs lieux de collection

Numéro	Accessions	Abréviations	Villages	Communes
1	081NeDi M.SO110314	Di 081	Mainé Soroa	Mainé Soroua
2	082NeDi BO130313	Di-3 082	Boudoum	Mainé soroua
3	082NeDi BO130314	Di-4 082	Boudoum	Mainé Soroua
4	083NeDi BO130314	Di 83	Boudoum	Mainé Soroua
5	084NeDi GAD120314	Di 084	Gadori	Mainé Soroua
6	085NeDi N'G140314	Di 085	N'Gabrya/N'Gabya	Mainé Soroua
7	086NeDi M.SO110312	Di 086	Mainé Soroua	Mainé Soroua
8	087NeZi GAM311213	Zi 087	Gamou	Gamou
9	088NeZi RA311213	Zi 088	Rabbi	Mirriah
10	091NeZi DOU010114	Zi 091	Doungass	Doungass
11	092NeZi DOU010114	Zi 092	Doungass	Doungass
12	093NeZi GAM311213	Zi 093	Gamou	Mirriah
13	094NeZi GAM311213	Zi 094	Gamou	Mirriah
14	095NeZi RA311213	Zi 010	Rabbi	Mirriah
15	096NeZi T.B301213	Zi 005	Tachan Bao	Garagoumsa
16	097NeZi ZI301213	Zi 097	Tachan Bao	Garagoumsa
17	098NeZi ZI301213	Zi 098	Biota	Gragoumsa
18	0100NeZi RA311213	Zi 100	Rabbi	Mirriah
19	0101NeZi Gan311213	Zi 101	Gandou	Mirriah

2.3 MÉTHODES

Les graines sont semées en juillet 2021, en culture pure sur un terrain en jachère. Elles sont enfouies dans le sol à 2 cm de profondeur, avec des espacements de 0,25m entre les plants et de 0,5m entre les parcelles. Le dispositif expérimental est constitué de 4 blocs de 8,75m² (3,5m x 2,5m) espacés de 1m. Un bloc renferme 2 parcelles de 3,75 m² (2,5m x 1,5m) contenant au moins 9 lignes d'accessions. Deux graines par accessions sont semées 7 fois sur une même ligne (une seule sera laissée après germination et sortie hors du sol). Chaque accession est ainsi représentée par 28 plantes.

2.4 COLLECTE DE DONNÉES

Vingt-un (21) paramètres ont été mesurés selon le descripteur du voandzou [12], présentés dans le tableau 2.

Tableau 2. Les vingt un (21) paramètres des accessions de voandzou étudiés et leurs différents codes

Caractères	Abréviations	Descriptions	Unités
Paramètres phénologiques			
1. Date d'émergence	DE	Nombre de plantes qui ont poussés par ligne (accession) 10 jours après le semis.	JAS
2. Date de la première floraison	DF	Nombre de jours écoulés entre le semis et l'apparition de la première fleur.	JAS
3. Date de 50% de floraison	50F	Nombre de jours, du semis jusqu'au moment où 50% des plantes par accession portent des fleurs.	JAS
4. Date de maturation	DM	Nombre de jours écoulés entre le semis et la fin du cycle de la plante.	JAS
Paramètres morphologiques (quantitatifs)			
5. Hauteur de la plante	HP	Mesure effectuée 10 semaines après la plantation à partir du niveau du sol (à la base de la plante) jusqu'à l'extrémité du plus haut point, foliole terminale centrales sur 5 plantes centrales.	Cm
6. Longueur de pétioles	LgP	Mesure de quatrième pétiole des plantes saines des trois tiges les plus longues des 5 plantes centrales. 10 semaines après la plantation.	Cm
7. Nombre de tiges par plante	NTP	Noté après la récolte; nombre moyen de cinq plantes saines	
8. Nombre de pétioles par plante	NPP	Noté deux semaines après la première floraison; nombre moyen de 5 plantes	
9. Nombre de feuilles	NF	Noté deux semaines après la première floraison; nombre moyen de 5 plantes	
Composants liés au rendement (quantitatifs)			
10. Nombre de gousse par plante	NG	Nombre des gousses individuelles des 5 plantes centrales après séchage, qui ont servi pour les mesures paramétriques.	-
11. Poids de la biomasse sèche	PBS	Poids des biomasses individuelles des 5 plantes centrales après séchage, qui ont servi pour les mesures paramétriques.	Gramme
12. Poids de 100graines	P100	Poids de 100 graines après séchage, qui ont servi pour les mesures paramétriques.	Gramme
13. Poids de gousses	PdG	Poids des gousses individuelles des 5 plantes centrales après séchage, qui ont servi pour les mesures paramétriques.	Gramme
14. Longueur de gousse	LG	Notée dans les deux mois après la récolte; longueur moyenne de 10 gousses	Cm
15. Largeur de gousses	LgG	Notée dans les deux mois après la récolte; largeur moyenne de 10 gousses	Cm
16. Poids de coques	PdCoq	Poids de coque égale au poids gousse moins le poids graine	Gramme
17. Nombre de graines par plante	NGr	Nombre de graines individuelles des 5 plantes centrales après séchage, qui ont servi pour les mesures paramétriques.	
18. Longueur des graines	LGr	Notée dans les deux mois après la récolte; longueur moyenne de 10 graines	Cm
19. Largeur de la graine	LgGr	Mesures faites dans les deux semaines suivant la récolte, largeur moyenne aléatoire à partir de 5 graines.	Cm
20. Poids de graines	PdGr	Poids des graines individuelles des 5 plantes centrales après séchage, qui ont servi pour les mesures paramétriques	Gramme
21. Rendement kg/ha	RDT	Données des graines séchées par parcelle puis converti en Kg/ha/	kg/ha

2.5 ANALYSES STATISTIQUES

Le logiciel R 4.0.4 (2021-02-15) a été utilisé pour l'analyse de la variance (ANOVA) le test de corrélation de Pearson, l'analyse en composantes principales (ACP) et la classification hiérarchique ascendante (CHA). La plus petite différence significative (LSD) a été utilisée pour la comparaison des moyennes. Les variances génotypiques et phénotypiques (VG et VP), les coefficients de variation génotypiques et phénotypiques (GCV et PCV), l'héritabilité au sens large (H^2) et le gain génétique attendu (GA) ont été calculés selon les formules utilisées par Johnson *et al.*, [13], Assefa *et al.*, [14]; Hosseini *et al.*, [15], et Mahmudul *et al.*, [16] présentés dans le tableau 3. L'héritabilité au sens large a été estimée à l'aide de la formule donnée par Khan *et al.*, [17].

Tableau 3. Formules utilisées pour l'estimation des différents paramètres génétiques

Paramètres	Formules	Significations des mots
Variance génotypique: σ_g^2 Variance phénotypique: σ_p^2 Héritabilité au sens large: h_b^2	$\sigma_g^2 = \frac{MSG-MSE}{r}$ $\sigma_p^2 = \sigma_g^2 + MSE$ $h_b^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_p^2} \times 100$	MSG : carré moyen des génotypes, MSE : carré moyen de l'erreur, r nombre de répétitions. K : la constante qui indique l'intensité de la sélection. Selon Adewale <i>et al.</i> , [18], le taux est de 2,06 au moment où le K est à 5 %. $\bar{X}$: moyenne du caractère
Coefficient de variation génotypique: GCV Coefficient de variation phénotypique: PCV Gain génétique attendu: GA	$PCV = \left(\sqrt{\sigma_p^2 / \bar{X}} \right) \times 100$ $GCV = \left(\sqrt{\sigma_g^2 / \bar{X}} \right) \times 100$ $RD = \left(\frac{PCV - GCV}{PCV} \right) \times 100$ $GA = K \times \frac{\sigma_p^2}{\bar{X}} \times h_b^2 \times 100$	Les valeurs GCV et PCV obtenues ont été classées selon l'indice suggéré de 0% à 10% pour une faible variation, 10-20% pour une variation modérée et ≥20% pour une forte variation [17]. Héritabilités au sens large faibles ($h_b^2 < 30\%$), modérées ($30\% < h_b^2 < 60\%$) et élevées ($h_b^2 > 30\%$) [16].

3 RÉSULTATS

3.1 ANALYSE STATISTIQUE DESCRIPTIVE

Les résultats de l'analyse descriptive montrent des écarts importants entre les minimas et les maximas des différents paramètres mesurés. Des coefficients de variations élevés ($CV > 20\%$) sont également observés au niveau de plusieurs caractères. Ainsi, les coefficients de variations vont de 0,57% (longueur de la graine) à 32,11% (poids de biomasse sèche). Six (6) des vingt-un (21) paramètres mesurés ont des coefficients de variations supérieurs à 20% (tableau 4).

Tableau 4. Analyse de variance de 21 caractères étudiés sur les accessions de voandzou étudiées

	Méd	Moy	Min	Max	Ecart-type	Var	CV (%)
NPP	42,20	42,10	33,26	51,05	4,18	17,49	9,92
NF	126,60	126,23	99,79	153,15	12,57	157,97	9,96
HP (cm)	21,95	21,52	18,68	23,98	1,44	2,07	6,70
LP (cm)	17,38	17,12	14,35	19,80	1,41	1,99	8,23
NG	24,35	25,59	18,81	39,30	4,78	22,87	18,68
NTP	9,10	9,43	7,42	12,60	1,64	2,69	17,39
PBS (g)	9,41	10,65	5,86	20,29	3,42	11,67	32,11
LG (cm)	1,66	1,63	1,38	1,86	0,13	0,06	7,97
LgG (cm)	1,27	1,28	1,17	1,41	0,06	0,004	4,68
LGr (cm)	1,06	1,04	0,90	1,13	0,08	0,006	0,57
LgGr (cm)	0,68	0,69	0,57	1,12	0,12	0,013	17,39
NGr	18,72	19,76	13,33	27,32	3,49	12,21	17,66
PdGr (g)	8,78	9,00	4,90	14,46	2,64	6,99	29,33
PdCoq (g)	2,81	2,83	1,38	4,27	0,79	0,64	27,91
PdG (g)	11,92	11,84	7,45	18,00	3,10	9,56	26,18
RDT (kg/ha)	546,8	560,2	305,2	899,7	164,59	27091,04	29,38
P100 (g)	189,02	183,10	95,84	271,37	47,13	2221,32	25,74
DM (j)	82,50	82,86	80,25	86,75	1,57	2,48	1,89
DE (j)	7,00	7,17	6,75	8,35	0,44	0,19	6,13
DF (j)	33,00	33,04	31,00	36,25	1,37	1,87	4,14
50F (j)	35,50	35,62	34,00	38,50	1,26	1,59	3,54

Légendes: NPP: nombre de pétioles par plante, NF: nombre de feuilles, HP: hauteur de la plante, LP: longueur de pétiole, NG: nombre de gousses, NTP: nombre de tiges par plante, PBS: poids de biomasse sèche, LG: longueur de gousse, LgG: largeur de gousse, LGr: longueur de graine, LgGr: largeur de graine, NGr: nombre de graines, PdGr: poids de graines, PdG: poids de gousses, PdCoq: poids de coques, RDT: rendement en Kg/ha, P100: poids de 100 graines, DM: date de maturité, DE: date d'émergence, DF, date de floraison, 50F: 50% de floraison, j: jour, g: gramme.

3.2 MATRICE DE CORRÉLATION

Pour étudier les relations entre les paramètres, une matrice de corrélation (coefficient de Pearson) est réalisée. Il faut noter que plusieurs caractères ont montré des corrélations positives entre eux. Les corrélations les plus significatives ont été observées entre le nombre de feuilles et le nombre de pétioles par plante ($r=0,99$), le poids des gousses et le poids des graines ($r=0,97$), le rendement en Kg/ha et le poids des graines ($r=0,97$). Une forte corrélation a été observée entre le poids de 100 graines et respectivement le poids des gousses ($r=0,78$), le poids des graines ($r=0,79$) et le rendement ($r=0,79$) (tableau 5).

Tableau 5. Interrelation entre les caractères (Matrice de corrélation de Pearson)

	DM	DE	DF	HP	LG	LgG	LgGr	LGr	LP	NF	NG	NGr	NPP	NTP	P100	PdBio	PdCoq	PdG	PdGr	RDT	50F
DM	1																				
DE (j)	0.55	1																			
DF (j)	0.39	0.11	1																		
HP (cm)	-0.04	-0.05	-0.11	1																	
LG (cm)	0.08	0.03	0.25	0.07	1																
LgG (cm)	-0.27	-0.32	0.06	-0.01	0.75	1															
LgGr (cm)	-0.23	-0.11	0.17	0.01	0.36	0.59	1														
LGr (cm)	-0.06	-0.09	0.37	0.1	0.55	0.69	0.63	1													
LP (cm)	-0.08	0.08	0.18	-0.21	0.27	0.43	0.10	0.46	1												
NF	-0.26	-0.18	0.01	0.12	0.05	0.07	0.21	0.33	0.27	1											
NG	0.21	-0.14	0.50	-0.17	0.56	0.32	0.08	0.44	0.33	0.40	1										
NGr	0.03	-0.34	0.02	0.09	0.39	0.35	0.28	0.27	0.15	0.24	0.52	1									
NPP	-0.27	-0.17	0.001	0.12	0.04	0.06	0.20	0.32	0.26	0.99	0.39	0.24	1								
NTP	0.37	0.35	0.05	-0.17	-0.04	-0.15	-0.09	0.01	0.16	0.32	0.37	-0.02	0.32	1							
P100 (g)	-0.22	-0.04	0.28	-0.35	0.17	0.09	0.15	0.10	0.27	0.51	0.33	-0.24	0.52	0.28	1						
PBS (g)	0.10	0.39	0.12	-0.17	0.28	0.07	0.15	0.23	0.35	0.33	0.39	0.03	0.32	0.54	0.32	1					
PdCoq (g)	-0.32	-0.05	0.06	-0.21	-0.16	-0.07	0.06	0.13	0.47	0.73	0.31	0.22	0.73	0.39	0.38	0.46	1				
PdG (g)	-0.20	-0.22	0.30	-0.34	0.31	0.25	0.32	0.31	0.37	0.72	0.66	0.37	0.72	0.34	0.78	0.41	0.65	1			
PdGr (g)	-0.14	-0.24	0.33	-0.33	0.41	0.31	0.36	0.32	0.29	0.62	0.68	0.36	0.62	0.29	0.79	0.34	0.45	0.97	1		
RDT (Kg/ha)	-0.13	-0.24	0.33	-0.33	0.41	0.31	0.36	0.32	0.29	0.62	0.68	0.36	0.62	0.29	0.79	0.34	0.45	0.97	0.99	1	
50F (j)	0.15	-0.04	0.78	-0.21	0.39	0.26	0.44	0.57	0.33	0.39	0.72	0.22	0.38	0.25	0.55	0.38	0.36	0.71	0.72	0.72	1

Légendes: NPP: nombre de pétioles par plante, NF: nombre de feuilles, HP: hauteur de la plante, LP: longueur de pétiole, NG: nombre de gousses, NTP: nombre de tiges par plante, PBS: poids de biomasse sèche, LG: longueur de gousse, LgG: largeur de gousse, LGr: longueur de graine, LgGr: largeur de graine, NGr: nombre de graines, PdGr: poids de graines, PdG: poids de gousses, PdCoq: poids de coques, RDT: rendement en Kg/ha, P100: poids de 100 graines, DM: date de maturité, DE: date d'émergence, DF, date de floraison, 50F: 50% de floraison, j: jour, g: gramme.

3.3 DIVERSITE MORPHOLOGIQUE DES 19 ACCESSIONS DE VOANDZOU

Le tableau 7 montre les corrélations entre les composantes principales de l'ACP et les variables initiales. Les trois premières composantes expliquent respectivement 36,77%, 14% et 12,26% de la variabilité, soit 63,03% de la variabilité totale. La composante principale 1 (CP1) explique à 36,77% de la variabilité totale observée. Elle est représentée par les paramètres liés au rendement et les paramètres morphologiques. La composante principale 2 (CP2) explique à 14% de la variabilité totale observée. Elle est représentée par le nombre de tiges par plante, la longueur, la largeur de gousse et de graine et le poids de coques.

La composante principale 3 (CP3) est représentée par les paramètres phénologiques (tableau 8) et explique 12,26% de la variabilité totale. Cependant, les caractères liés au rendement sont liés, les composantes principales 1 et 2 peuvent être choisies pour éventuelle sélection.

Tableau 6. Valeurs propres et contribution des variables (paramètres) aux axes de l'ACP

Axes	Valeurs propres	Proportions (%)	Pourcentages cumulatifs (%)
1	7.7209424513	36.76639	36.76639
2	2.9394200319	13.99724	50.76363
3	2.5752014419	12.26286	63.02649

Le tableau 8 exprime en détaille le regroupement des caractères responsable des variabilités observées. Ainsi la CP1 est représentée par le nombre de pétioles par plante, le nombre de feuilles, le nombre de gousses, le poids de biomasse sèche, le poids de graines, le poids de coques, le poids de gousses, le rendement, le poids de 100 graines et la date de 50% de floraison. La CP2 est représentée par le nombre de tiges par plante, la longueur de gousses, les largeurs de gousses et de graines et la longueur de graines. La CP3 en particulier se caractérise par la phénologie avec les paramètres date de maturité, date d'émergence, la date de floraison.

Tableau 7. Corrélations entre les variables (paramètres) de départ et chacune des trois premières composantes principales

	Dim1	Dim2	Dim3
NPP	0.722	-0.330	-0.397
NF	0.729	-0.324	-0.392
HP (cm)	-0.234	0.252	-0.221
LP (cm)	0.498	0.073	0.103
NG	0.759	0.133	0.309
NTP	0.366	-0.522	0.397
PBS (g)	0.503	-0.268	0.351
LG (cm)	0.474	0.635	0.276
LgG (cm)	0.426	0.770	-0.107
LGr (cm)	0.559	0.580	0.079
LgGr (cm)	0.441	0.513	-0.119
NGr	0.397	0.393	-0.142
PdGr (g)	0.923	-0.060	-0.054
PdCoq (g)	0.615	-0.500	-0.262
PdG (g)	0.948	-0.180	-0.115
RDT (Kg/ha)	0.923	-0.060	-0.054
P100 (g)	0.698	-0.342	-0.032
DatMat (j)	-0.133	-0.073	0.837
DE (j)	-0.169	-0.306	0.679
DF (j)	0.406	0.158	0.574
50F (j)	0.806	0.109	0.345

Légendes: NPP: nombre de pétioles par plante, NF: nombre de feuilles, HP: hauteur de la plante, LP: longueur de pétiole, NG: nombre de gousses, NTP: nombre de tiges par plante, PBS: poids de biomasse sèche, LG: longueur de gousse, LgG: largeur de gousse, LGr: longueur de graine, LgGr: largeur de graine, NGr: nombre de graines, PdGr: poids de graines, PdCoq: poids de coques, PdG: poids de gousses, PdCoq: poids de coques, RDT: rendement en Kg/ha, P100: poids de 100 graines, DM: date de maturité, DE: date d'émergence, DF, date de floraison, 50F: 50% de floraison, j: jour, g: gramme.

3.4 ESTIMATION DES PARAMÈTRES GÉNÉTIQUES

3.4.1 VARIANCE PHÉNOTYPIQUE ET GÉNOTYPIQUE

L'analyse des données génétiques montre que pour tous les paramètres la variance phénotypique (σ_p^2) est supérieure à la variance génotypique (σ_g^2). La plus petite valeur de la variance phénotypique est 0,012 (largeur de la gousse et longueur de la graine) et la plus grande valeur est 56790,38 (rendement en Kg/ha). Les caractères nombre de feuilles, nombre de pétiole par plante, nombre de gousses, poids de biomasse sèche, nombre de graines, poids de gousses, poids de 100 graines et le rendement en Kg/ha ont présenté des variances phénotypiques élevées (>20). Seul le poids de graines a eu une variance phénotypique modérée ($10 < \sigma_p^2 < 20$). La date d'émergence, la date de 50% de floraison, la date de maturité, la hauteur de la plante, la longueur de pétiole, le nombre de tiges par plante, la longueur de la gousse et de la graine, la largeur de la gousse et de la graine et le poids de coque ont des variances phénotypiques faibles (<10). Les variances génotypiques du nombre de feuilles, du poids de 100 graines et du rendement sont élevées (>20). La variance du nombre de gousses modérée ($10 < \sigma_g^2 < 20$) et celles des autres paramètres sont faibles (<10) (tableau 9).

3.4.2 COEFFICIENTS DE VARIATION PHÉNOTYPIQUE ET GÉNOTYPIQUE

Pour tous les paramètres observés, le coefficient de variation phénotypique est plus élevé que le coefficient de variation génotypique.

Le poids de biomasse sèche a eu les plus grands coefficients de variation phénotypique et génotypique (GCV=26,98% et PCV=49,89%). Le poids de graines (GCV=23,40% et PCV=42,54%), le poids de 100 graines (GCV=25,73% et PCV=25,75%) et le rendement en graine (GCV=23,40% et PCV=42,54%) ont des coefficients de variation phénotypique et génotypique élevés (>20%). Les caractères comme la date d'émergence, la date de 50% de floraison, la date de floraison, la date de maturité et la largeur de gousse ont montré des coefficients de variation phénotypique et génotypique faibles (<10%) (Tableau 9).

3.4.3 HÉRITABILITÉ AU SENS LARGE

Le tableau 9 indique des valeurs d'héritabilités au sens large faibles ($h^2_b < 30\%$), modérées ($30\% < (h^2_b) < 60\%$) et élevées ($h^2_b > 60\%$). La plus grande valeur d'héritabilité au sens large de tous les paramètres mesurés est 96,85% (poids de 100 graines) et la plus petite valeur est 4,28% (hauteur de la plante). La date de maturité (91,28%) et le poids de 100 graines (96,85%) ont montré une héritabilité au sens large élevée ($h^2_b > 60\%$), la date de maturité (32,95%), la longueur de la graine (32,52%), la largeur de la graine (46,29%), le poids de la graine (30,27%) et le rendement (30,27%) sont modérées ($30\% < (h^2_b) < 60\%$) et les restes des caractères ont des héritabilités faibles ($h^2_b < 30\%$).

3.4.4 GAIN GÉNÉTIQUE (GA)

Le gain génétique par rapport à la moyenne a varié énormément en fonction des caractères, entre 1,01% (hauteur de la plante) et 52,97% (poids de 100 graines). Les caractères ayant les gains génétiques élevés (>20%) sont le poids de 100 graines (52,96%), le poids de biomasse sèche (34,19%), la largeur de la graine (20,55%), le poids de la graine (26,52%) et le rendement (26,53%). Le nombre de gousses (15,43%), le nombre de tiges (15,55%), le poids de coque (10,06%) et le poids de gousses (18,21%) ont des gains génétiques modérés ($10\% < GA < 20\%$). Les restes des caractères présentent des gains génétiques faibles ($GA < 10\%$).

Tableau 8. Paramètres génétiques calculés des accessions de voandzou de la zone Est et du Centre du Niger

Traits	Moy	(σ^2_e)	(σ^2_g)	(σ^2_p)	EVC (%)	GCV (%)	PCV (%)	RD (%)	(h^2_b) %	GA (%)
DE (j)	7,17	0,26	0,13	0,39	7,15	5,01	8,73	42,61	32,95	5,92
50%F (j)	35,62	2,65	0,93	3,58	4,57	2,71	5,31	86,63	26,01	2,84
DF (j)	33,04	5,18	0,58	5,76	6,89	2,31	7,26	68,18	10,09	1,51
DM (j)	82,85	0,23	2,42	2,65	0,58	1,88	1,96	4,08	91,28	3,69
HP (cm)	21,85	5,99	0,27	6,26	11,20	2,37	11,45	79,30	4,28	1,01
NF	126,23	494,02	34,45	528,45	17,61	4,65	18,21	74,46	6,52	2,44
NPP	42,10	55,06	3,72	58,78	17,62	4,58	18,21	74,84	6,34	2,37
LP (cm)	17,12	6,69	0,32	7,02	15,11	3,30	15,47	78,67	4,56	1,45
NG	25,59	36,92	13,63	50,56	23,75	14,43	27,78	48,05	26,96	15,43
NTP	9,43	3,97	1,69	5,66	21,12	13,80	25,23	45,30	29,93	15,55
PBS (g)	10,65	13,60	8,27	21,87	34,61	26,98	43,89	38,53	37,82	34,19
LG (cm)	1,64	0,03	0,01	0,04	11,00	5,53	12,32	55,11	20,15	5,11
LgG (cm)	1,28	0,01	0,001	0,012	8,18	2,90	8,67	66,55	11,2	2,00
NGr	19,76	37,11	2,93	40,05	30,82	8,65	32,01	72,97	7,31	4,82
LGr (cm)	1,04	0,01	0,004	0,012	8,74	6,05	10,61	42,97	32,52	7,11
LgGr (cm)	0,70	0,01	0,01	0,02	15,82	14,66	21,55	31,97	46,29	20,55
PdGr (g)	9,00	10,22	4,44	14,66	35,52	23,40	42,54	44,99	30,27	26,52
PdCoq (g)	2,83	1,77	0,19	1,96	46,91	15,53	49,41	68,57	9,89	10,06
PdG (g)	11,84	18,11	5,03	23,14	35,94	18,95	40,63	53,36	21,75	18,21
P100 (g)	183,10	3,41	2220,54	2223,95	1,01	25,73	25,75	0,07	96,85	52,97
RDT (Kg/ha)	560,20	39598,58	17191,79	56790,38	35,52	23,40	42,54	44,99	30,27	26,53

Légendes: NPP: nombre de pétioles par plante, NF: nombre de feuilles, HP: hauteur de la plante, LP: longueur de pétiole, NG: nombre de gousses, NTP: nombre de tiges par plante, PBS: poids de biomasse sèche, LG: longueur de gousse, LgG: largeur de gousse, LGr: longueur de graine, LgGr: largeur de graine, NGr: nombre de graines, PdGr: poids de graines, PdG: poids de gousses, PdCoq: poids de coques, RDT: rendement en Kg/ha, P100: poids de 100 graines, DM: date de maturité, DE: date d'émergence, DF, date de floraison, 50F: 50% de floraison, j: jour, g: gramme.

3.5 LA CLASSIFICATION HIÉRARCHIQUE ASCENDANTE

Le dendrogramme indique 4 niveaux d'intersection représentant chacun un groupe avec sa diversité phénotypique (figure1).

Le groupe 1 comprend 21,05% d'accessions (Zi 094, Zi 087, Di-3 082 et Di 083), le groupe 2 de 47,37% d'accessions (Di 084, Zi 097, Zi 092, Zi 098, Zi 098, Di 081, Zi 100, Di 085, Zi 091 et Zi 093) et le groupe trois (3) de 31,58% d'accessions (Zi 088, Di 086, Zi 095, Zi 096, Di-4 082 et Zi 101). Les caractéristiques des classes sont représentées dans le tableau 10. Le groupe 1 constitué du plus petit nombre d'accessions (4) à produit la plus grande moyenne en rendement (824,02 Kg/ha). Le groupe 2 a des accessions tardives pour la germination. Le groupe 3 avec six (6) accessions a produit la plus petite moyenne (392,75Kg/ha) (tableau10).

Tableau 9. Composition des groupes définis pour les accessions de voandzou étudiées

	G1 (Zi 094, Zi 087, Di-3 082 et Di 083)	G2 (Di 084, Zi 097, Zi 092, Zi 098, Di 081, Zi 100, Di 085, Zi 091 et Zi 093)	G3 (Zi 088, Di 086, Zi 095, Zi 096, Di-4 082 et Zi 101)
NPP	46,7	41,94	39,26
NF	140,10	125,83	117,56
HP (cm)	20,86	21,35	22,22
LP (cm)	17,84	17,10	16,73
NG	31,57	24,55	23,14
NTP	10,25	9,63	8,58
PBS (g)	12,84	11,50	7,94
LG (cm)	1,75	1,60	1,62
LgG (cm)	1,34	1,25	1,30
LGr (cm)	1,11	1,00	1,04
LgGr (cm)	0,82	0,65	0,68
NGr	22,4	18,87	19,34
PdGr (g)	13,24	8,91	6,31
PdsCoq (g)	3,45	2,92	2,28
PdsG (g)	16,70	11,84	8,60
Rdt (kg/ha)	3296,07	4991,31	2356,51
P100 (g)	236,11	190,55	136,58
DatMatu (j)	82,19	83,30	82,66
DE (j)	6,94	7,31	7,12
DF (j)	33,56	33,25	32,37
50F (j)	37,37	35,42	34,75

Légendes: NPP: nombre de pétioles par plante, NF: nombre de feuilles, HP: hauteur de la plante, LP: longueur de pétiole, NG: nombre de gousses, NTP: nombre de tiges par plante, PBS: poids de biomasse sèche, LG: longueur de gousse, LgG: largeur de gousse, LGr: longueur de graine, LgGr: largeur de graine, NGr: nombre de graines, PdGr: poids de graines, PdG: poids de gousses, PdCoq: poids de coques, RDT: rendement en Kg/ha, P100: poids de 100 graines, DM: date de maturité, DE: date d'émergence, DF, date de floraison, 50F: 50% de floraison, j: jour, g: gramme.

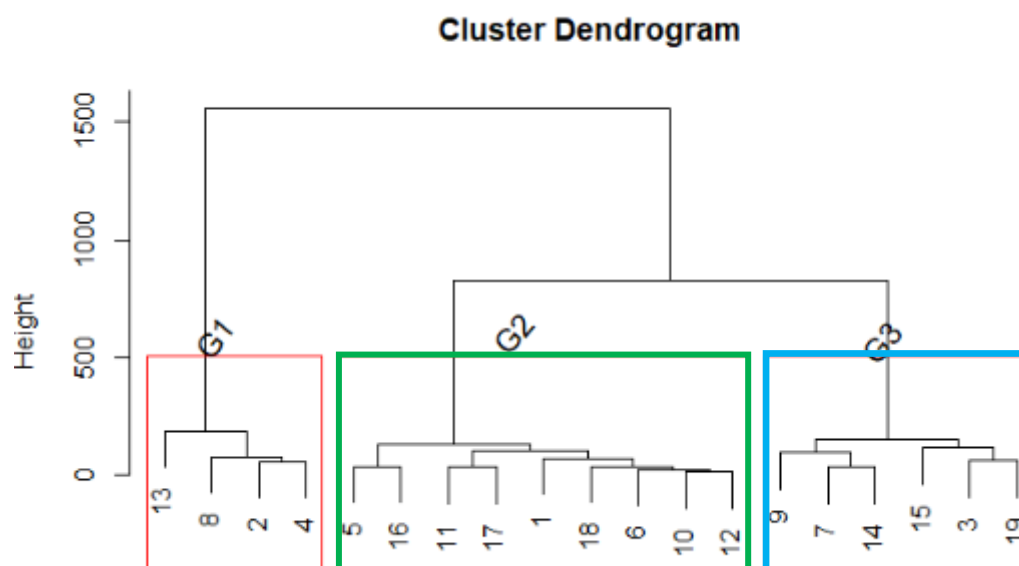


Fig. 1. Classification ascendante de 22 accessions de voandzou cultivées dans la zone Est et du Centre du Niger (pour les numéros voir ci-haut tableau 1)

4 DISCUSSION

Les écarts qui existent entre les valeurs minimales et maximales et les coefficients de variation élevés traduisent la variabilité qui existe au sein des accessions étudiées. Ces résultats confirment les travaux menés par Amadou *et al.*, [19] sur des morphotypes de voandzou au Niger et Wassouo *et al.*, [20] sur des morphotypes de voandzou dans la région de l'extrême-Nord du Cameroun. Cette variabilité peut être justifiée par des échanges de semences lors de la période de semis et une sélection de semences sans exigence des critères de différenciation suffisamment rigoureux. Cela favorise donc le flux des gènes qui contribuent à la variabilité génétique. Des telles observations avaient été faites par Nerbéwendé *et al.*, [21] et Danbe *et al.*, [22]. Selon Amadou *et al.*, [19], la variabilité phénotypique pourrait résulter non seulement de l'expression d'une forte hétérogénéité génotypique, mais aussi de l'influence des facteurs environnementaux.

L'analyse descriptive montre que le temps d'émergence varie entre le 7^{ème} et le 8^{ème} JAS (jours après semis). Ces résultats sont conformes à ceux de Wassouo *et al.*, [21] qui ont signalé le même temps d'émergence. Touré *et al.*, [23] ont eu un temps d'émergence compris entre 6 et 15 jours après semis. Par contre, un début d'émergence long de 14 jours et une durée d'émergence de 11 jours ont été observés par Karikari [24]. Les accessions de l'extrême et du centre Est du Niger fleurissent entre le 31^{ème} et le 36^{ème} JAS, ont une hauteur comprise entre 18,68 cm et 24 cm, un rendement moyen en grain par plant de 9g et un poids moyen de 100 graines de 183,10g. Sévérin et Yao *et al.*, [25] ont observé une floraison comprise entre le 35^{ème} et le 98^{ème} JAS, une hauteur entre 17cm et 32cm et un poids de 100 graines de 79,46g en travaillant sur des variétés traditionnelles de voandzou en Côte d'Ivoire. Au Niger, sur des morphotypes, Amadou *et al.*, [19] ont obtenu une floraison comprise entre le 31^{ème} et le 44^{ème} JAS, une hauteur entre 11cm et 40cm et un rendement moyen grain par plant de 7,9g. Ces variations peuvent être expliquées par les facteurs environnementaux, pédologiques ou par les génotypes. Pour Brink *et al.*, [26], la photopériode joue un rôle important dans la floraison et la production de gousses, mais ce phénomène dépend des écotypes. Selon Linnemann & Cruafurd [27], la photopériode a un effet plus important sur la formation des gousses que sur la floraison. D'ailleurs en 2018, Amadou *et al.*, ont affirmé que ces types de variations pourraient s'expliquer par la diversité des comportements génétiques et les variations des conditions climatiques des zones de culture.

La plupart des paramètres liés au rendement, poids de biomasse sèche, poids de graines, poids de coques, poids de gousses et poids de 100 graines ont présenté des coefficients de variation élevés (>20%). Ceci prouve l'existence d'une forte hétérogénéité au sein des accessions étudiées, en ce qui concerne le rendement, comme l'ont bien signalé Goli *et al.*, [28], Amadou *et al.*, [19] et Mahmudul *et al.*, [29]. En 1988, Swanevelde [30] affirme que le rendement est très instable chez le voandzou. Six (6) des vingt-un (21) paramètres analysés ont montré des coefficients de variation significativement élevés (>20%). Les coefficients de variation variaient de 0,57% à 32,11%. Sévérin *et al.*, [25], ont obtenus des coefficients de variation compris entre 0% et 63,30%, Wassouo *et al.*, [20] entre 1,79% et 37,08%, Amadou *et al.*, [19] entre 10,3% et 72%. Selon Kambou [31], les performances agro-morphologiques des écotypes de voandzou varient en fonction de l'écotype et du site de culture.

Les trois premières composantes de l'ACP avec les vingt-un (21) paramètres mesurés expliquent 63,03% de la variabilité totale. Wassouo *et al.*, [20] ont obtenu 75% de variabilité totale avec trois premières composantes de l'ACP en travaillant sur 36 accessions de voandzou dans la région de l'extrême-Nord Cameroun. Les différents groupes morphologiques obtenus dans cette étude traduisent la diversité morphologique qui existe entre les différentes accessions de voandzou de la région d'extrême et du centre Est du Niger et cela donne aux

créateurs des variétés de voandzou une opportunité pour le choix des parents dans le but d'obtenir des nouvelles variétés répondant mieux aux besoins des populations. Ce choix pourrait être orienté vers les accessions du groupe 1 qui présentent les meilleurs rendements en grains.

Selon Adebisi *et al.*, [32], pour un programme de sélection de génotype, la prise en compte de la matrice de corrélation peut être une grande échelle de mesure. Ainsi, des fortes corrélations ont été observées avec le nombre de feuilles et le nombre de pétioles ($r=0,99$); le poids de gousses avec le poids de graines et le rendement ($r=0,97$); le poids de graines et le rendement ($r=0,79$); le poids de 100 graines et le poids de gousses, le poids de coques avec le nombre de pétiole et le nombre de feuilles ($r=0,73$); le poids de gousses avec le nombre de pétioles, le nombre de feuilles et 50% de floraison ($r=0,72$). Les accessions qui fleurissent tôt sont celles qui lèvent également tôt, et les accessions qui atteignent rapidement les 50% de floraisons sont celles ayant débuté la floraison tôt. Celles qui ont plus de feuilles ont plus de pétioles, plus de tiges et un poids de biomasse sèche élevé. Plusieurs fortes corrélations sont observées entre les paramètres liés au rendement. Ce qui révèle l'interrelation entre le rendement et certaines composantes; ce d'autant plus que le poids des graines serait logiquement corrélé au poids des gousses. Amadou *et al.*, [19] ont obtenu des fortes corrélations entre le poids de graines par plantes et le poids de gousses ($r=0,96$). Wassouo *et al.*, [20], également ont obtenu une forte corrélation entre le poids de graines et le nombre de gousses ($r=0,945$). En 2008, Ouedrago *et al.*, [33] ont rapporté que les caractères comme le nombre de gousses par plante, le nombre de graine par plante et le poids de 100 graines sont positivement corrélés avec le rendement chez le voandzou. Oyiga et Uguru [34], suggère qu'ainsi la possibilité d'utiliser ces variables pour estimer le rendement.

L'analyse des paramètres génétiques montre que les variances phénotypiques sont supérieures aux variances génotypiques et, souvent avec des écarts très importants. Malek *et al.*, [35] et Mahmudul *et al.*, [16], ont fait les mêmes observations dans leurs expérimentations sur des accessions de voandzou. Les écarts observés entre les deux variances peuvent être dus à un fort impact des facteurs environnementaux sur l'expression de ces caractères. Les valeurs GCV et PCV obtenues ont été classées en fonction de l'indice suggéré de 0 % à 10 % pour une variation faible, de 10 à 20 % pour une variation modérée et ≥ 20 % pour une variation élevée [17]. Ainsi, le poids de graines (GCV=23,40% et PCV=42,54%), le poids de 100 graines (GCV=25,73% et PCV=25,75%) et le rendement (GCV=23,40% et PCV=42,54%) ont des coefficients de variation phénotypique et génotypique élevés ($>20\%$). Ceci explique l'effet environnemental plus élevé et l'amélioration de ces caractères est difficile par la sélection directe. Ce qui est soutenu par Mahmudul *et al.*, [29] qui ont obtenus pour le poids de gousses (PCV=30,18 % et GCV=30,14 %), poids de graines (PCV=26,31 % et GCV=25,68 %) et rendement (PCV=30,19 % et GCV=30,15 %) des coefficients de variation phénotypiques et génotypiques élevés. Tous les paramètres phénologiques, la largeur de la gousse et de la graine ont donné des valeurs de GCV et PCV faibles (PCV <10 et GCV <10). Les faibles différences relatives entre les coefficients de variation phénotypique et génotypique est le signe d'une influence plus faible de l'environnement qui peut donner un résultat fort et significatif, tel que souhaité dans le programme d'amélioration des cultures, comme l'ont déjà signalé Umar *et al.*, [36], Usman *et al.*, [37] et Mahmudul *et al.*, [16]. Fakuta *et al.*, [38], ont également affirmé qu'une faible différence relative permettrait une sélection directe plus efficace. Selon Burton et Devane, [39], cité par Nerbéwendé *et al.*, [21], l'estimation du coefficient de variation génotypique et de l'héritabilité fournit la meilleure information pour le choix des parents à hybrider en vue d'obtenir les caractères recherchés. La sélection est d'autant plus efficace que l'héritabilité des caractères est élevée [21]. La date de maturité (91,28%) et le poids de 100 graines (96,85%) ont montré une héritabilité au sens large élevée ($h^2_b > 60\%$), la date de maturité (32,95%), la longueur de la graine (32,52%), la largeur de la graine (46,29%), le poids de la graine (30,27%) et le rendement (30,27%) modérées ($30\% < (h^2_b) < 60\%$) et les restes des caractères ont des héritabilités faibles ($h^2_b < 30\%$). L'héritabilité forte des caractères traduit la faible influence des facteurs environnementaux sur leur expression. Dans ce cas le phénotype exprime véritablement le génotype des accessions [40]. Nerbéwendé *et al.*, [21] pensent que l'héritabilité, à elle seule, ne permet pas de prédire si la sélection apportera une amélioration substantielle. Néanmoins, l'estimation conjointe de l'héritabilité et du gain génétique attendu peut apporter une information plus fiable [41]. Le poids de 100 graines ($h^2_b=96,85\%$ et $GA=52,97\%$) a eu une héritabilité au sens large et un gain génétique attendu élevés. Pour Ridzuan *et al.*, [42], les valeurs d'héritabilité et d'avance génétique faibles à modérées peuvent entraver l'amélioration du paramètre en raison des effets environnementaux élevés par rapport aux effets génétiques sur son état. Ainsi, seule une sélection efficace peut être obtenue en choisissant les caractères avec un GCV, un PCV, un h^2_b et un GA plus élevés, ce qui signifie que l'effet des gènes additifs est suffisamment robuste que l'effet environnemental [37].

5 CONCLUSION

Cette expérimentation a révélé la présence d'une grande variabilité morphologique au sein des accessions de voandzou de l'extrême et du centre Est du Niger groupée autour des caractères végétatifs et du rendement. Les différences observées entre les 3 groupes issues de la classification hiérarchique indiquent que le groupe 1 est constitué d'individus de petites tailles et plus performants en termes de rendement. Ce groupe peut donc servir de source génétique dans un programme visant l'amélioration du rendement. Les écarts importants observés entre les coefficients de variation phénotypiques et génotypiques et les faibles héritabilités au sens large obtenues avec la plupart des paramètres analysés, expriment une forte influence des facteurs environnementaux sur l'expression des performances de ces accessions. Par contre, les paramètres ayant présentés une héritabilité au sens large élevée traduisent une faible influence environnementale sur les caractères étudiés. Ces caractères peuvent donc directement intervenir dans l'amélioration par sélection.

REFERENCES

- [1] Oparaeke AM. and Bunmi JO, 2006. Bioactivity of two podered spices (piper guineense) (Dunal) A. Richard) as home masses insecticides against *Callosobruchus subinnotatus* (pic) on stored Bambara groundnut. In: Agricultura tropical and subtropical, 39 (2): 132-133.
- [2] Holm, J. N. & Marloth, B. W., (1940). The Bambara groundnut or njugo bean. Farming in South Africa. *Pamphlet No.* 215, 195–198.
- [3] Ntundu, W., Shillah, S., Marandu, W. & Christiansen, J.L, (2006). Morphological diversity of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* [L.] Verdc.) landraces in Tanzania. *Genet. Resour. Crop Evolut.* 53, 367–378.
- [4] Heller, J., Begemann, F. & Mushonga, J. (Eds), (1995). Bambara groundnut *Vigna subterranea* (L.) Verdc. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. In *Proceedings of the Workshop on Conservation and Improvement of Bambara Groundnut (Vigna subterranea (L.) Verdc.)*, 14–16 November 1995, Harare, Zimbabwe. 166. (Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/Department of Research & Specialist Services, Harare/International Plant Genetic Resources Institute).
- [5] Zerihun, (2009). Role of orphan crops in enhancing and diversifying food production in Africa. *African Technology Development Forum Journal*, 6, (3 and 4): 83-86.
- [6] Ntundu WH, Bach IC, Christiansen JL, Andersen SB, (2004). Analysis of genetic diversity in Bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) Landraces using (AFLP) markers. *African Journal of Biotechnology*, 3 (4): 220-225.
- [7] Amarteifio JO, Tibe O, Njogu RM, (2006). The mineral composition of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc) grown in Southern Africa. *African Journal of Biotechnology*, 5: 2408-2411.
- [8] Bonny S. B. & Djè Y., (2011). Variabilité morphologique et agronomique des variétés traditionnelles de voandzou [*Vigna subterranea* (L.) verdc. (fabaceae)] de Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences* 41: 2820- 2835.
- [9] Onwubiko NIC, Odum OB, Utazi CO, Poly-Mbah PC, (2011). Studies on the adaptation of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* L. Verdc.) in Owerri south eastern Nigeria, *New York Science Journal*, 4: 60 – 67.
- [10] Mbaïogaou, A., Héma, A., Ouédraogo, M., Palé, E., Naitormbaide, M., Mahamout, N.M. (2013). Etude comparative des teneurs en polyphénols et en antioxydants totaux d'extraits de graines de 44 variétés de voandzou (*Vigna subterranea* (L.) Verdcourt). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 7 (2): 861-871.
- [11] Harouna, A. I., Bakasso, Y., Zoubeirou, A, M., Doumma, A., Maiboucar, I. (2014). Diagnostic participatif de la diversité de morphotypes et des connaissances locales en matière de culture du Voandzou (*Vigna Subterranea* L.) au Niger. *International Journal of Innovation and Applied Studies*. pp.1915-1925.
- [12] IPGRI/IITA/BAMNET. (2000). Descriptors for bambara groundnut: 48. Rome. Italy.
- [13] Johnson H. W., H. F. Robinson et Comstock, R. E., (1955). Estimates of genetic and environmental variability in Soybeans. *Agronomy Journal* 47, no. 7: 314–318.
- [14] Assefa K., Tefera H., Merker A., Kefyalew T. and Hundera F., (2001). Variability, heritability and genetic advance in Phenomorphic and agronomic traits of Tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] germplasm from eight Regions of Ethiopia. *Hereditas* 134, no. 2: 103–113.
- [15] Hosseini S. J., Sarvestani Z. T., Pirdashti H., Afkhami A. et Hazrati S., (2012). Estimation of heritability and genetic advance for screening some rice genotypes at salt stress conditions. *International journal of Agronomy and Plant Production*. Vol., 3 (11), 475 482. Institute, International Institute of Tropical Agriculture, The International Bambara Groundnut Network, 2000).
- [16] Md Mahmudul Hasan Khan, Mohd Y. Rafii, Shairul Izan Ramlee, Mashitah Jusoh2 & Md Al Mamun., (2021). Genetic analysis and selection of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* [L.] Verdc.) landraces for high yield revealed by qualitative and quantitative traits. *Scientific Reports*, 11: 7597.
- [17] Khan, M. M. H., Rafii, M. Y., Ramlee, S. I., Jusoh, M., & Mamun, A. (2020). Genetic variability, heritability, and clustering pattern exploration.
- [18] B. D. Adewale, O. B. Kehinde, J. O. Popoola, and C. O. Aremu, (2010). «Seed metrics of genetic and shape determination in Africa yam bean [Fabaceae] (*Sphenostylis stenocarpa* Hochst Ex. A. Rich) harms», *African Journal of Plant Science*, vol. 4, pp. 107–115.
- [19] Harouna, A.I., Alhassane, A., Daouda, O.S., Boureima, K.S. (2018). Variabilité Morphologique Et Agronomique Des Morphotypes De Voandzou (*Vigna Subterranea* (L.) Cultivés Dans La Zone Sahélienne Du Niger. *European Scientific Journal*, 14: 377-393.
- [20] Wassouo Félix Alain, Madi Ali, Sobda Gonne, Koubala Bargui Bénéoit, Mvondoawono Jean Pierre, (2019). Diversités agro morphologiques de trente-six accessions de voandzou [*Vigna subterranea* (L.) Verdcourt] cultivées dans la région de l'Extrême-Nord Cameroun. *Journal of Applied Biosciences* 140: 14227 - 14234.
- [21] Nerbéwendé S., Romaric K. N., Pauline B. K., Renan E. T., Baloua N., Djakaridia T., Mahamadou S., Jean Didier Z., (2014). Évaluation de la diversité génétique des sorghos à grains sucrés (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) du Nord du Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences* 84: 7654– 7664. ISSN 1997–5902.
- [22] Danbe Nicodème, Yakouba Oumarou, Sobda Gonné, BASGA Simon Djakba, Lenzemo Venasius, Kaouvon Philémon, Dickmi Vailam Claudette, SUH Christopher, Djonnewa André, Youri Alphonse, Kaboui André, (2018). Caractérisation de la diversité phénotypique et génotypique du Sorgho pluvial dans la zone soudano sahélienne du Cameroun. *Journal of Applied Biosciences* 129: 12973 -12981. ISSN 1997-5902.
- [23] Touré Y, Koné M, Kouakou TH, Koné D, (2012). Agromorphological and Phenological Variability of 10 Bambara Groundnut [*Vigna subterranea* (L.) Verdc. (Fabaceae)] Landraces cultivated in the Ivory Coast, *Tropicultura*, 30 (4): 216-221.
- [24] Karikari KS, (2000). Variability between local and exotic bambara groundnut landraces in Botswana. *Afr. Crop Sci. J.* 8: 153-157.

- [25] Séverin B. B., Yao D. (2011). Variabilité morphologique et agronomique des variétés traditionnelles de voandzou (*Vigna subterranea* L. verdc.) de Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 41: 2820-2835.
- [26] Brink M, Ramolemana GM, Sibuga KP, (2006). *Vigna subterranea* (L.) Verdc in Brink M. and Belay G. (éditeurs) PROTAI cereals and pulses/cereals et legumes secs. (CD-Room). PROTA, Wageningen, Pays Bas, 327p.
- [27] Linnemann A.R. & Craufurd P. Q., (1994). Effects of temperature and photoperiod on phenological development in three genotypes of bambara groundnut (*Vigna subterranea*). *Annual Botanic*. 74: 675-681.
- [28] Goli, A.E., Begemann, F., Ng, N.Q. (1997). Characterization and evaluation of IITA's bambara groundnut collection. In Heller J., Begemann E., Mushonga J, (Eds). Promotion of the conservation and use of underutilized and neglected crops. 9. Proceedings of the workshop on conservation and improvement of bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc). 14-16. Harare. Zimbabwe. pp.101-118.
- [29] Md Mahmudul Hasan Khan, Mohd Y. Rafii, Shairul Izan Ramlee, Mashitah Jusoh, and Al Mamun, (2020). Genetic Variability, Heritability, and Clustering Pattern Exploration of Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* L. Verdc) Accessions for the Perfection of Yield and Yield Related Traits. Hindawi. BioMed Research International. Volume 2020, Article ID 2195797, 31 pages <https://doi.org/10.1155/2020/2195797>.
- [30] Swanevelde, C. J., (1998). Bambara-Food for Africa: *Vigna subterranea* Bambara groundnut (National Department of Agriculture).
- [31] Kambou Diulyalè, (2013). Variation des performances agromorphologiques de trois écotypes de voandzou (*Vigna subterranea* L. verdc.) cultivés au Nord et au Sud de la Côte d'Ivoire. Mémoire, Université NANGUI ABROGOUA, UFR des sciences de la nature.
- [32] Adebisi, M. A., Ariyo, O. J. & Kehinde, O. B., (2004). Variation and correlation studies in quantitative characters in soybean. *Ogun J. Agric.Sci* 3, 134-142.
- [33] Ouedraogo, M., Ouedraogo, J. T., Tignere, J. B., Bilma, D., Dabire, C. B. & Konate, G., (2008). Characterization and evaluation of accessions of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdcourt) from Burkina Faso. *Sci. Nat.* 5 (2), 191-197.
- [34] Oyiga BC. and Uguru MI, (2011). Interrelationships among Pod and Seed Yield Traits in Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* L. Verdc) in the Derived Savanna Agro-Ecology of South-Eastern Nigeria under Two Planting Dates. *International Journal of Plant Breeding* 5 (2): 106-111.
- [35] Malek, M.A., Rafii, M.Y., Afroz, S.S., Nath, U.K. & Mondal, M., (2014). Morphological characterization and assessment of genetic variability, character association, and divergence in soybean mutants. *Sci. World J.* 2014, article ID 968796, <https://doi.org/10.1155/2014/968796>.
- [36] Umar, U.U., Ado, S.G., Aba, D.A. & Bugaje, S.M., (2014). Genetic variability and heritability studies in maize (*Zea mays* L.) genotypes under three irrigation regimes. In *38th Annual Conference of Genetic Society of Nigeria, 19th-23rd October 2014. Edo State, Nigeria*. 381-386.
- [37] Usman, M. G., Rafii, M. Y., Ismail, M. R., Malek, M. A. & Abdul, L. M., (2014). Heritability and genetic advance among chili pepper genotypes for heat tolerance and morphophysiological characteristics. *Sci. World J.* 2014, 1-14.
- [38] Fakuta, N. M., Ojiekpon, I. F., Gashua, I. B. & Ogunremi, O. C., (2014). Genetic Variability, Heritability and Genetic Advance in Gum Arabic (*Acacia senegal* (L.) Willd) Provenances, 38th Annual GSN Conference, 19th-23rd October 2014 405-409 (Edo State).
- [39] Burton G.W. and Devane E.M., (1953). Estimating heritability in tall fescue (*Festuca arundinacea*) from replicated clonal material. *Agronomy Journal*, 45, 478-481.
- [40] Visscher PM, Hill WG, Wray NR., (2008). Heritability in the genomics era-concepts and misconceptions. *Nat Rev Genet* 9: 255-266. Vol.9 No.4 Dec. 2014. pp 1915-1925.
- [41] Govindaraj M., Selvi B., Rajarathinam S. et Sumathi P., (2011). Genetic Variability and Heritability of Grain Yield Components and Grain Mineral Concentration in India's Pearl Millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) Accessions. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development* 11, no. 3.
- [42] Ridzuan, R., Rafii, M. Y., Mohammad Yusoff, M., Ismail, S. I., Miah, G. & Usman, M., (2019). Genetic diversity analysis of selected *Capsicum annuum* genotypes based on morphophysiological, yield characteristics and their biochemical properties. *J. Sci. Food Agric.* 99 (1), 269-280.

Comparative study between the topographic method (classical) and photogrammetric method (by drone) for the monitoring and data acquisition of mining works: Case of the SOMAÏR uranium mine (Arlit, North Niger)

Ibrahim Elhadji Daou¹, Souley Harouna², Sanda Chékaraou Mahamane Moustapha³, Abdourazakou Maman Hassan², Ali Hamani Amadou¹, and Bintou Mandata Zabre¹

¹Department of Mining Engineering and Environment, School of Mines, Industry and Geology of Niamey (EMIG), Niger

²Department of Geosciences, School of Mines, Industry and Geology of Niamey (EMIG), Niger

³Department of Geology, University of Agadez, Niger

Copyright © 2023 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 SOMAÏR open-pit uranium mine, commonly known as « Société des Mines de l’Aïr » (Arlit, Northern Niger), has been using the topographic method for several years to monitor and estimate mine production. However, the method has limitations and constraints in the implementation and reliability of the results. The company is considering the use of an innovative, more reliable and economical method. Thus, a pilot project using drones is being implemented. The objective of this work is to carry out a comparative study between the topographic method and the photogrammetric method for monitoring and acquiring data from mining operations. Thus, the data acquired by topometry using a total station, for the so-called classical method and by drone for the photogrammetric method, were analyzed and interpreted. These two (2) methods were used for the follow-up of the M4_Art North ore deposit and the G4_Taossa pit of the SOMAÏR mine. The results of the analysis and processing show that the data acquisition time by drone is relatively low (30 to 40 minutes) compared to that of the topographic surveys (21 to 60 minutes). However, data processing times for the photogrammetric method are relatively higher (50 to 60 minutes) than those for the conventional method (14 to 20 minutes). Nevertheless, this processing time of drone images can be improved with powerful computer equipment. In addition, the use of UAVs offers additional advantages in the monitoring of mining operations, particularly with regard to worker safety, precision in the calculation of dimensions, volumes and tonnages at the mining slice and at the overburden. Immediate analysis of the two methods shows the accuracy of the drone for the front survey and also shows all the details present on the ground, namely: the machines used, the purging products and other products or elements used. So, it would be wise to opt for the drone in downhole activities.

KEYWORDS: SOMAÏR, topographic method, photogrammetric method, mine pit, ore pouring.

1 INTRODUCTION

The development of mining industries is one of the main factors of world economic growth. Increasing the yield of these mining activities necessarily requires the choice of more sophisticated and profitable methods of exploitation and estimation of reserves. The evaluation of reserves is therefore one of the main concerns of mining companies; it aims to determine the resource potential of a mining deposit [1]. It is important to evaluate the reserves because they allow determining the feasibility or not of a project or better still the choice of type of exploitation method to be applied. In addition, many techniques are available to estimate and quantify the available volume of a deposit [2].

In Niger, one of the poorest countries in the world, mining and petroleum operations are one of the main sources of revenue for the state. One of the most active and oldest companies in the exploitation of uranium ore is the « Société des Mines de l’Aïr » (SOMAÏR). This company is a mining company whose main activities are the exploitation and processing of uranium ore in Arlit (Northern Niger). Like many mining companies, the evaluation and estimation of the tonnage of ore extracted and the quantity of ore processed remains a

major concern. At Niger, SOMAÏR sets an annual objective to be reached, namely the quantity of ore to be extracted from the mine and the quantity to be processed by the plant. Thus, the mine evaluates its production on a monthly basis in order to position itself in relation to the required annual production. In order to achieve its objectives, SOMAÏR has three divisions monitor the mine's activities, namely the Geology Division, the Exploitation Division and the Mining Engineering and Planning Division. These divisions each use different methods to quantify the ore extracted from the mine. They produce different results from each other that are subject to discussion. However, among the evaluation methods used by the three (3) divisions, the one based on topographic surveys seems to be the most common.

The topographic method consists mainly of layout (pit contour, pre-cutting, overburden, mine slice, tracks); and also of surveying (ore and waste slopes, blasting faces, mine slice, rock overburden, leach stockpile and other projects) [3]. In surveying, layout is the art of moving from the plan, whether computerized or on paper, to the terrain. It consists in materializing on the ground the layout, the axis or the limits of a computer or paper project [3]. The coordinates of the points to be established can be calculated beforehand and transferred to a tachometer or a differential GPS to facilitate the work in the field. In the SOMAÏR mine, the layout operations first concern the tracks, which are laid out at a certain angle. The track serves as a means of access to the work area. Then, the location of the mine holes that will be drilled. These operations are carried out at any stage of the mining work: pre-cutting, overburden shots to reach the mineralized zone, shots of the mining slice to extract the ore and drilling. As for the topographic survey, it designates a set of topographic operations intended to collect on the ground the elements necessary for the establishment of a plan or a map. A topographic survey is intended to define the exact location of the main physical characteristics of the land. The results of the survey allow the preparation of plans, topographic maps and to make the cubatures. In order to do this, it is necessary to establish a three-dimensional system in which the object or the land surveyed will be represented. The survey consists of two phases: the establishment of the geodetic grid (a set of known points in position serving as a framework for the realization of a topographic survey) and the surveys of the details.

Nowadays, mining is increasingly mechanised in the basic operations of extracting the substances used. Approaches to evaluation and monitoring of mining operations are becoming increasingly sophisticated in order to achieve more satisfactory results [4], [5]. It is in this order of idea that SOMAÏR wants to move from the evaluation of the production by topographic approach (Total Station) to the estimation by a more modern means using sophisticated technology (drones). Thus, the use of UAVs for the survey of ore deposits and for the survey of the mine's advancement fronts is adopted. The drone is a small remote-controlled aircraft or aircraft without a passenger or pilot on board, which can fly autonomously or be controlled remotely from the ground [6], [7]. It photographs the various ore bodies and mine faces, and shows all the details on the ground, including workers, mining equipment, blowdown products and other products or features dedicated to the mine [8], [9], [10], [11]. The general objective of this work is to carry out a comparative study between the photogrammetric method and the topographic method in order to justify the deployment of drone in the monitoring and data acquisition of the mining operations of SOMAÏR. The goal is to provide more precision in the cubatures, to facilitate the "reconciliation" on the production data provided by the various directions, to provide quality work, to increase productivity thanks to the saving of time, but especially to ensure the safety of the workers while minimizing the risks of accident. This study will also focus on the estimation of tonnages, processing and data acquisition times.

Specifically, the drone is used to photograph the different mine advancement fronts and the different ore and waste rock piles. These photos are then processed under photogrammetric software (AGISOFT and/or SURPAC) which allow the estimation of the tonnage of ore produced [12], [13], [14]. However, before definitively adopting this method, it should be evaluated by making a comparison with the classically used method, the one using a total station to carry out topographic surveys and the SURPAC software for processing and cubature calculations.

2 MATERIALS AND METHODS

For the realization of the surveys of the ore slopes and the pit of the mine at SOMAÏR, two main methods are applied for comparison: the topographic method or the so-called classical method and the photogrammetric method or the so-called drone method.

2.1 PRESENTATION OF SOMAÏR

This study was carried out at the Société des Mines de l'Aïr (SOMAÏR), a mining company that exploits uranium deposits via an open pit mine with four pits currently being mined at different stages of completion. SOMAÏR is located in Niger, in the Agadez desert region, near the town of Arlit (Figure 1). It is located approximately 1250 km from the capital Niamey and 250 km northwest of Agadez, between latitudes 18°35'N and 18°43'N and longitudes 7°15'E and 7°20'E.

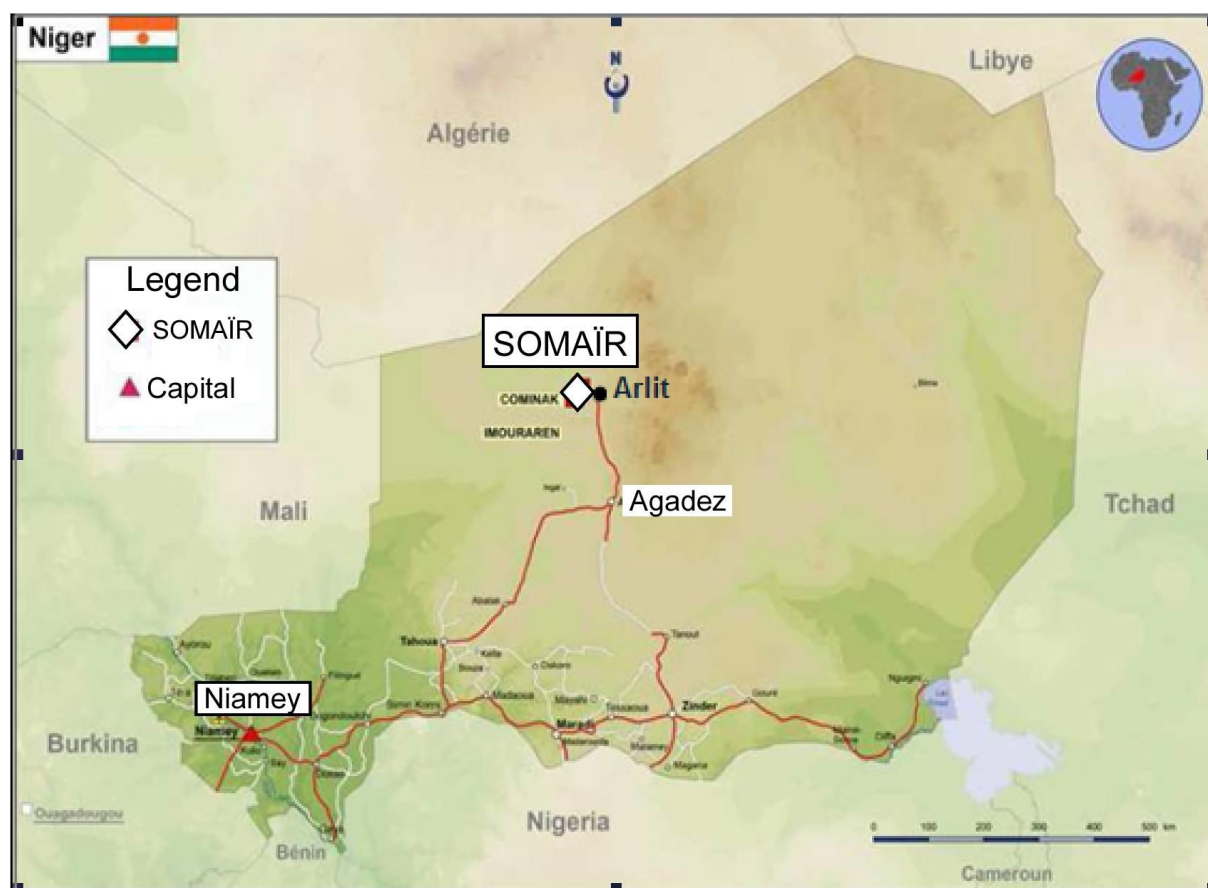


Fig. 1. Location of the SOMAÏR mine [15]

Ore extraction at SOMAÏR is done in open pits with depths ranging from 40 to 80 m (Figure 2). The ore, which contains an average of 3 kg of uranium per ton, is processed in a plant located a few kilometers from the quarry. The deposit mined is sedimentary, consisting of alternating clay and sandstone layers. All the work carried out during the operation is divided into two stages:

- Stripping is all the work done to remove the overburden from the ground. In other words, it is the operation that consists in extracting the sterile layer before accessing the mineralized layer. At the overburden level, the steps are 20 m high with working platforms 60 m wide. The mine holes have a diameter ranging from 6" to 6"3/4. They are drilled up to 20 m in length with 1 m of over-drilling. The inclination of the holes can be 15°, 10°, 5° or 0° in relation to the vertical. The mesh varies according to the rock and the height of the step. The meshes currently used in overburden are 5x8m and 5x9m
- The work of the mining slice is the whole of the work of extraction of the ore. SOMAÏR owns several pits, including four pits exploited by the simultaneous horizontal slice method. In the mining slice, the mining is characterized by shaking shots with a drilling angle not exceeding 15°, a depth of 6 m without over-drilling and a diameter of 3"1/2 and 3" in pre-cutting. The mesh size is 4x4m or 5x5m. The ramps are designed with 250 m length and 30 m width, and a slope of 8%

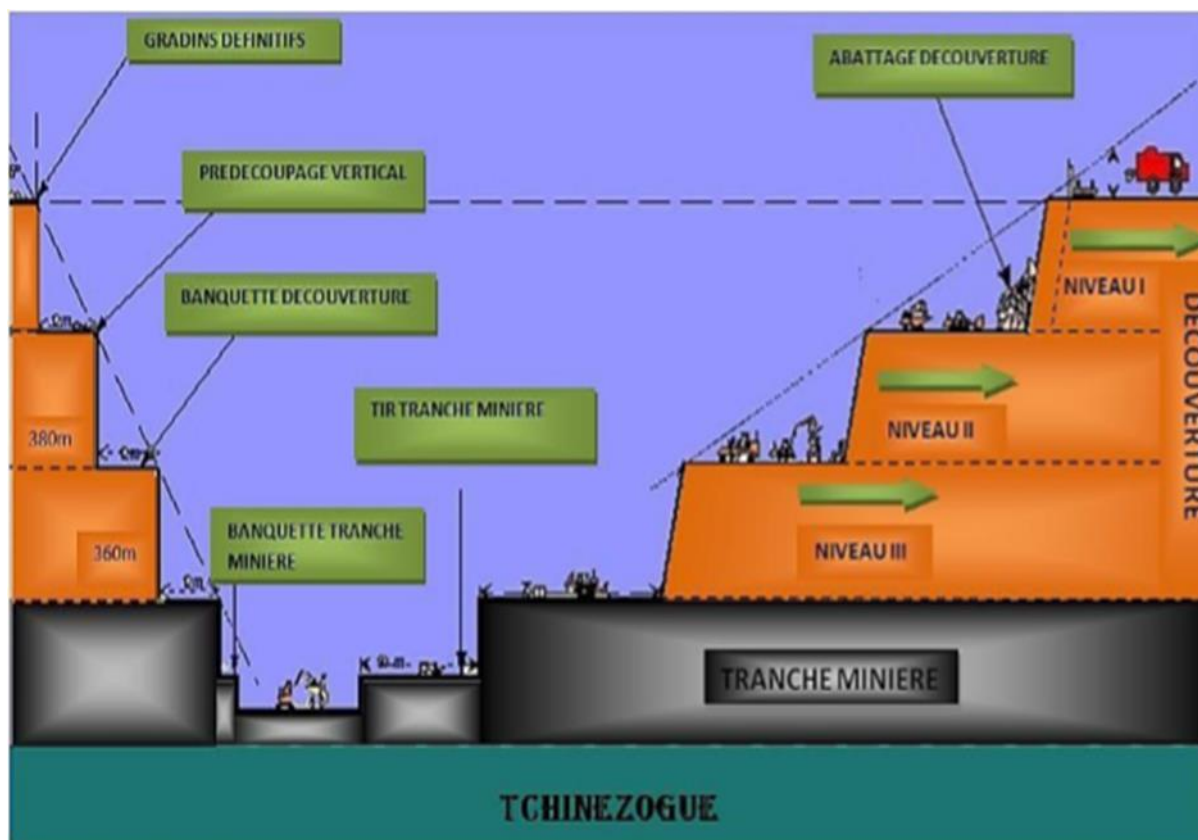


Fig. 2. Schematic cross-section of mining at SOMAÏR [16]

2.2 TOPOGRAPHIC OR CLASSICAL METHOD

2.2.1 DATA ACQUISITION TECHNIQUE BY THE CLASSICAL METHOD

To conduct a conventional survey, the Trimble S3 or Trimble 5600 total station (Figure 3A) and the differential GPS (Figure 3B) are used. The total station, also known as a tacheometer, is a device that combines the functions of a theodolite and a distance meter. It allows the measurement of horizontal angles, vertical angles and distances. When using it, the total station is placed on a tripod. Before any measurement, the tacheometer must be "put in station". This operation consists in making the rotation axis of the instrument vertical by using shimming screws located on the base, until it enters the validity range of the bi-axial compensators. The rotation plane of the telescope is then vertical. Thanks to this setting in station, the angles measured on the two graduated circles are well horizontal and vertical angles. It will then be necessary to center the device. This operation makes it possible to place the principal axis of the total station at the vertical of a topographic point with known coordinates. By measuring the height of the device, the coordinates (X, Y, Z) of the center of the device are obtained. Finally, the device must be oriented by aiming at a point with known coordinates and thus determine the theoretical azimuth of the "zero" of the horizontal circle. Once the device is centered and oriented, the detail points or targets are surveyed either by the sighting function of the total station or by aiming the reflector of the rod placed on the point to be surveyed. The next step is to select the point description code. To ensure that the survey is carried out properly, the total station is accompanied by a differential GPS. The GPS is equipped with a notebook, the rod and the receiver (Figure 3B).

- The **GPS Logbook** allows you to fill in the file name, the references (dates, names of points) and the code according to the desired information;
- the **pole** is set at a fixed height. The rod carries the GPS and the receiver;
- the **receiver** allows to receive the radio and the satellites

A relay is used to maintain the radio link between the base station and the GPS, when in a remote area or when there are obstacles between the base and the mobile. Before starting the survey, a file in which the survey data is recorded is created. The coordinates of the points are recorded using the laser function of the total station, which has a range that varies according to the type of equipment, or by aiming a sight placed on the point to be surveyed through the reflector (such as prisms). The coordinates of the various points

representing the pile or pit are surveyed using a code. As an indication, code 15 materializes the top of a slope, code 16, the lower part of the inner and outer slope and code 17, inique the platform which is taken along two (2) or three (3) lines (in our case). The distance between the points of the same level is about eight (8) to ten (10) steps. Finally, the file created in the total station is transferred to the computer using a USB key for processing. The file in the Trimble S3 device has a CSV extension and the file in the Trimble 5600 has a JOB extension.

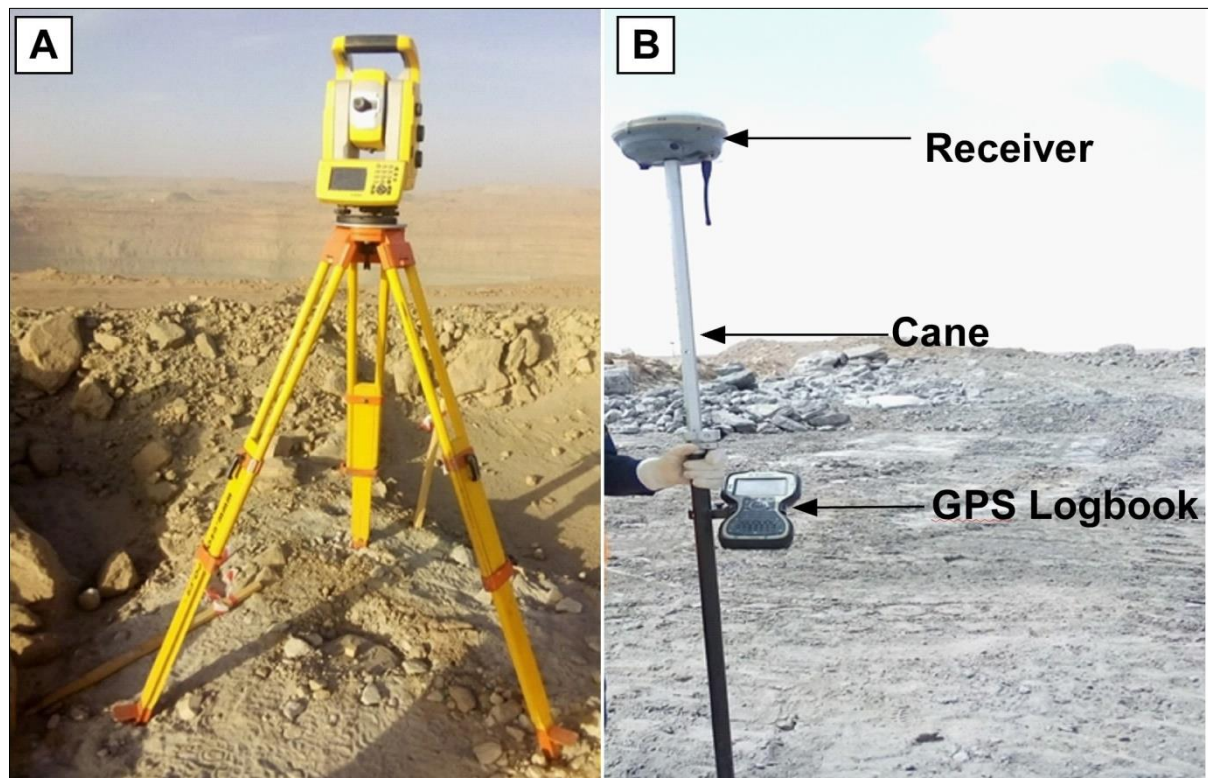


Fig. 3. (A) Setting up of the Total Station (B) Illustrative photo of the mobile differential GPS

2.2.2 TREATMENT OF DATA FROM THE CLASSICAL METHOD

The purpose of processing is to calculate the tonnage and volume of the ore pour. For the pit, it is a question of determining the volume and dimensions, at each stage of the progress of the extraction of the ore and the waste rock. The data from the topographic measurements is processed using SURPAC software. For data obtained with the Trimble S3, they are loaded and renamed with the STR extension (instead of CSV) in the SURPAC software. For files obtained from the Trimble 5600 total station, they require pre-processing to convert the "JOB" extension to "STR" to obtain a "string" file (Figures 4A and 5A) from which the Digital Terrain Model (DTM) (Figures 4B and 5B) is generated. From the DTM file, the cubature calculations (tonnage, volume, dimensions) are automatically executed.

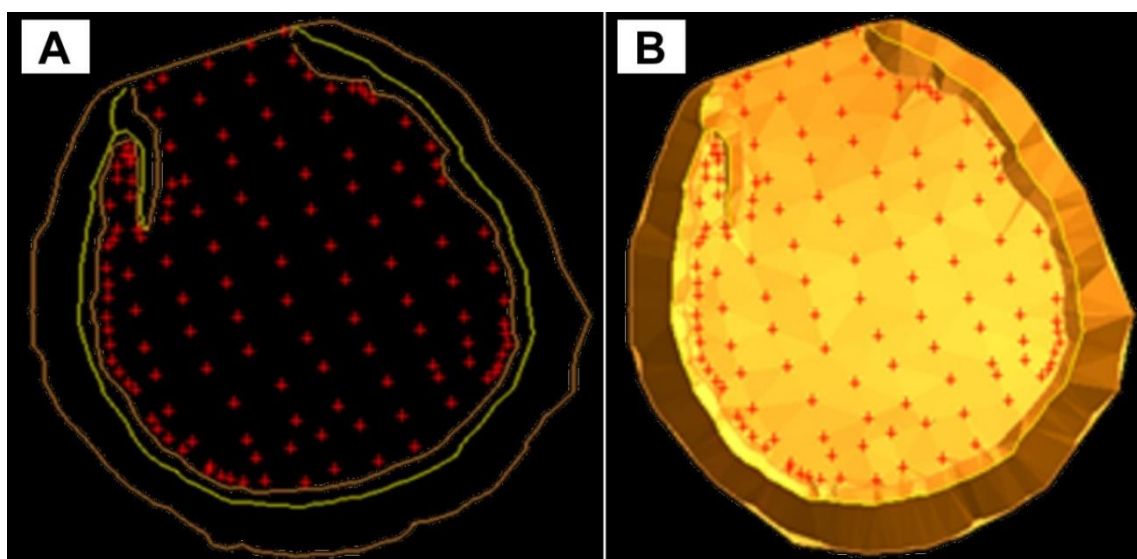


Fig. 4. String (A) and DTM (B) files of the M4_Art North verse

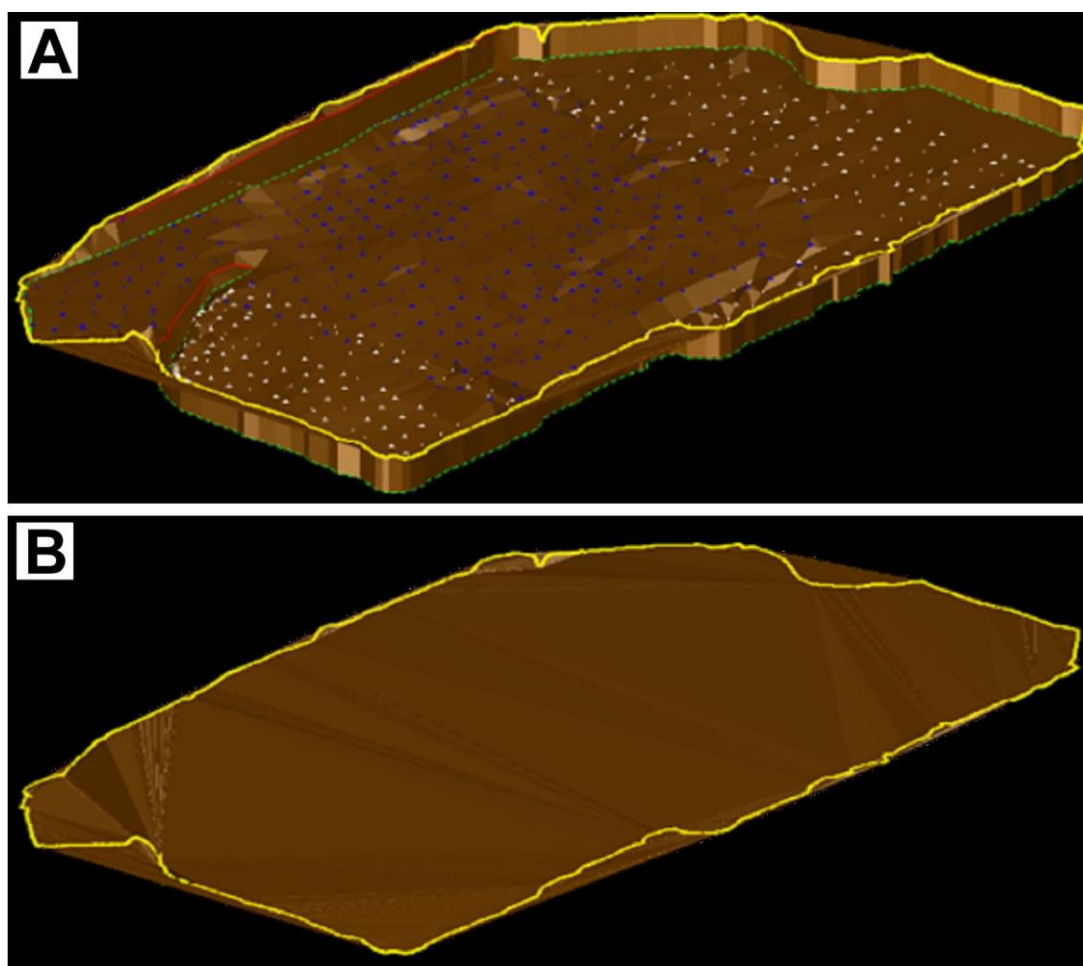


Fig. 5. String (A) and DTM (B) images obtained by the classical method, from the Taossa pit at the G4 front

2.3 PHOTOGRAMMETRIC OR DRONE METHOD

The drone method is a photogrammetry technique. It is a technique for determining the characteristics (dimensions, volume, tonnage, relief, etc.) of a given area from several aerial or terrestrial photographs of this area taken from different angles [17], [18], [19]. The photogrammetric method therefore consists of taking a multitude of aerial photographs which are then processed under the Agisoft software (Metashape) and generates a 3D terrain model [20], [21], [22], [23]. Using this technique, the cubatures of the ore slopes and the pit of the mine, are made.

2.3.1 DATA ACQUISITION BY DRONE

SOMAÏR uses two types of UAVs for the photographs of the deposit or pit: the YUNEEC H520 UAV (with six (6) wings) (Figure 6A) and the DJI Matrix UAV (with four (4) wings) (Figure 6B). The data acquisition is done by flying the drone over the ore dump or the pit of the mine to take several photographs under different English. To perform a drone flyover mission, it is necessary to:

- define the mission area: by integrating the coordinates of the polygon constituting the mission area or by drawing the area via the tablet connected to the radio control
- gather the necessary material for the mission
 - marker cones;
 - the take-off and landing platform;
 - geo-referencing tarps;
 - the drone (the DJI Matrice 200 was used) (Figures 6A and 6B);
 - batteries that need to be fully charged;
 - the radio control which must be fully charged (Figure 6C);
 - the tablet which must be fully charged (Figure 6D);
 - Backup batteries;
 - the camera;
 - a memory card in good condition for storing images;
 - the drone checklist;
 - individual and collective protective equipment for remote pilots
 - GPS to lift the tarpaulins;

The data is stored on the memory card inserted in the drone. Once the mission is completed, it is removed and connected to a computer via an adapter for photo recovery.

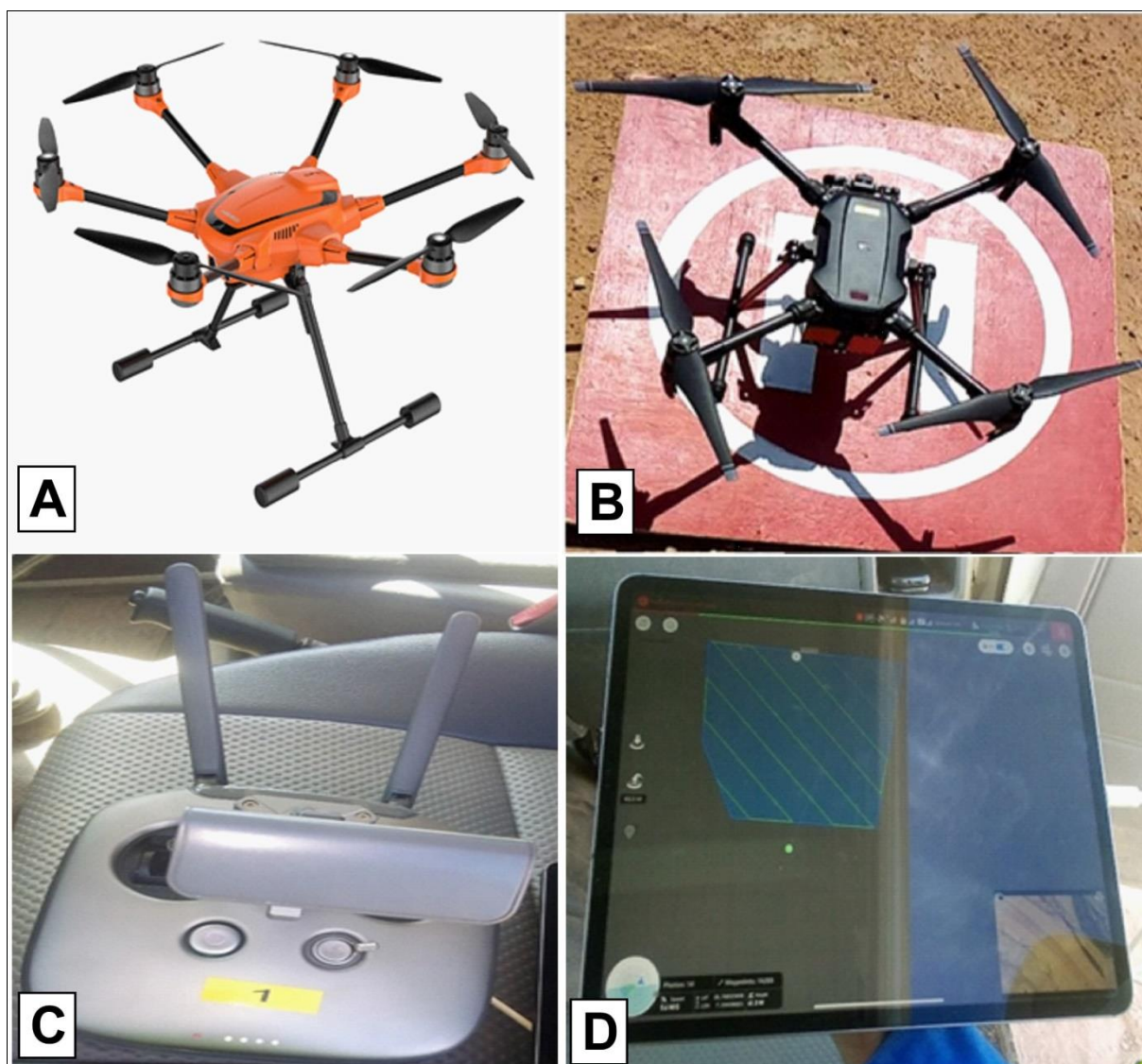


Fig. 6. (A) YUNEEC H250 Drone, (B) DJI Matrix 200 Drone, (C) Drone radio control, (D) Mission supervision tablet

2.3.2 DATA PROCESSING ACQUIRED BY DRONE

At SOMAÏR, image processing is done with AGISOFT PHOTOGRAMMETRIC (Métashape) software. The SURPAC software is also used to make the cubature thanks to the file obtained on Métashape after treatment. The photos obtained are imported into AGISOFT and the processing is done automatically. The orthophoto (Figure 7A) (single photo of the study area obtained by mosaicing all the photos taken) resulting from the processing is generated in georeferenced form in a selected coordinate system. The images provided by the drone are by default in the "WGS 84" system (in longitude and latitude). A digital surface model (DTM) (Figures 7B, 8A and 8B) is finally obtained from the processing in AGISOFT. From the DTM file, cubature calculations (tonnage, volume, dimensions) are automatically performed.

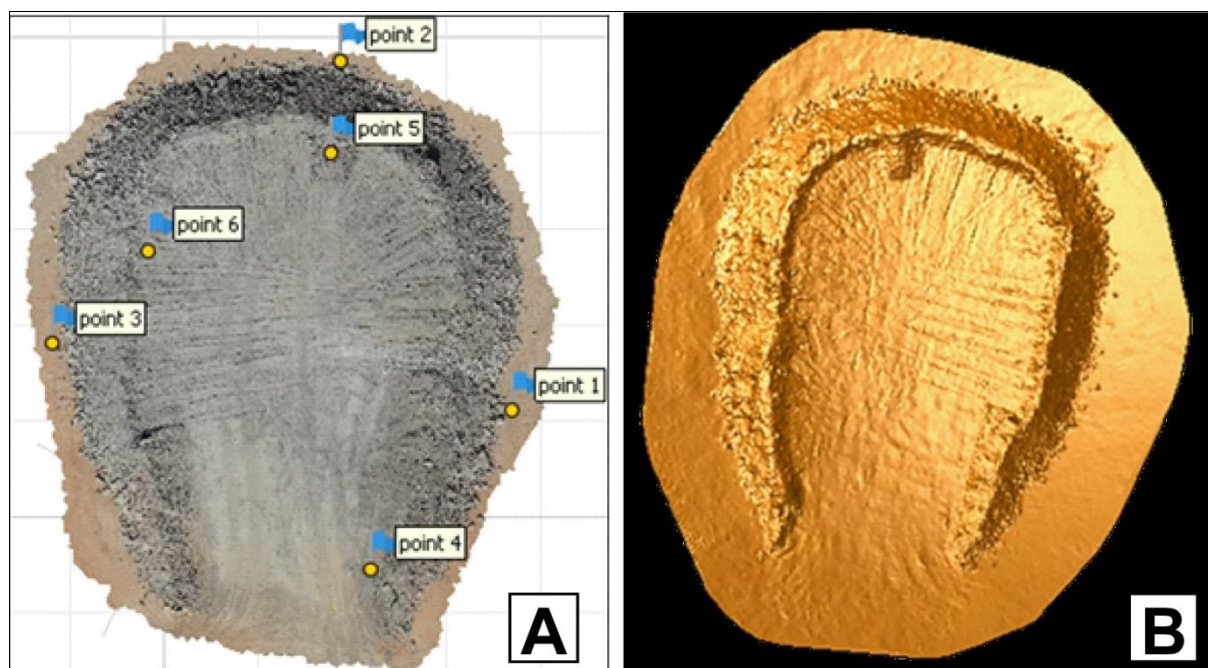


Fig. 7. Orthophoto (A) of the M4_Art North layer obtained with AGISOFT and (B) DTM image of the M4_Art North layer obtained with SURPAC

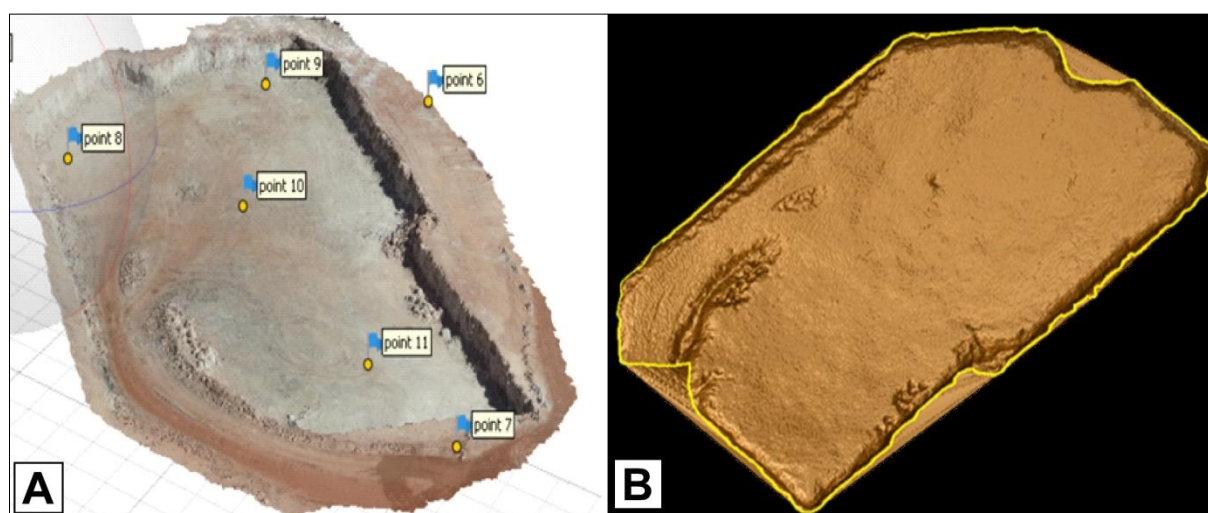


Fig. 8. DTM image of the G4_Taossa pit obtained by photogrammetric processing (A) under Metashape and (B) under SURPAC

3 RESULTS AND DISCUSSIONS

3.1 RESULTS OBTAINED BY MEASUREMENTS ON THE ORE DEPOSIT

The results of the acquisition and processing of data from the M4_Art North ore body surveys by both methods (topographic and photogrammetric) are summarized in Table I.

Table 1. Results of the measurements and treatments carried out by the conventional method and by photogrammetry on the M4_Art North ore deposit

Verse M4_Art North			
Photogrammetric method			0,8%
Data acquisition time (minutes)	Processing time (minutes)	Calculated tonnage (tonnes)	
30 minutes	50 minutes	23 600 t	
Topographical method			
Data acquisition time (minutes)	Processing time (minutes)	Calculated tonnage (tonnes)	
21 mn	14 mn	23 411 t	

The time of data acquisition by the drone method is a little higher (30 m) than that of the conventional method (21 m). Indeed, this survey is done on a single slope which does not allow to see the speed of the acquisition by drone. On the other hand, if several verses will have to be surveyed, the time saving with the drone would be considerable considering that it is possible to survey several verses with a single flight mission [24], [25], [26]. As for the processing time, that of the photogrammetric method is higher than that of the conventional method. This is due to the density of points taken by the drone unlike the classical method where points are taken at 8m steps. Indeed, the drone photographs the area at 0.5 m steps. In addition, the conventional method does not take into account the blocks of ore while the drone takes into account the large blocks in addition to the density of points that provides more detail. Hence the tonnage given by the drone, higher than the topographic survey.

3.2 RESULTS OBTAINED BY MEASUREMENTS IN THE PIT

The results of the acquisition and processing carried out by the conventional and photogrammetric methods of the G4_Taoussa pit are given in Table 2.

Table 2. Results of the G4_Taoussa pit survey using photogrammetric and topographic methods and data processing

Pit G4_Taossa			
Photogrammetric method			
Data acquisition time (minutes)	Processing time (minutes)	Tonnage	Tonnage variance
40 minutes	60 minutes	547 765	4,2%
Topographical method			
Data acquisition time (minutes)	Processing time (minutes)	Tonnage	
60 minutes	20 minutes	571 757	

The analysis of this table shows that the time of data acquisition by the conventional method (60 minutes) is higher than that of the method using the drone (40 minutes). This is due to the constraint of the terrain during the topographic surveys. In addition, since the mining work is not in progress at the time of acquisition, there is co-activity with machines, workers, dust and other constraints that make the work difficult.

Moreover, we notice that the processing time of the photogrammetric method is twice as long (60 minutes) as the conventional method (20 minutes). This time difference is explained by the density of the points taken by the drone. Indeed, with the traditional method the points are taken with a step of 8 to 10 meters between two points or more depending on the state of the land. While with the drone, the distance between two points is 0.5 m. Also, this long duration, is relative to the capacity of the computer used (64 GB of RAM and 7.2 GHz of frequency).

In addition, the tonnage obtained by the drone method (547,765 t) is lower than that obtained by the conventional method (571,757 t), which gives us a difference of 4.20%. This difference can be justified by a much denser mesh of the study area by drone than by topographic measurements and the presence of the merlon. In order to visualize the difference between the two (2) methods, an intersection between the DTM images from the two methods (conventional and drone) was performed (Figure 9).

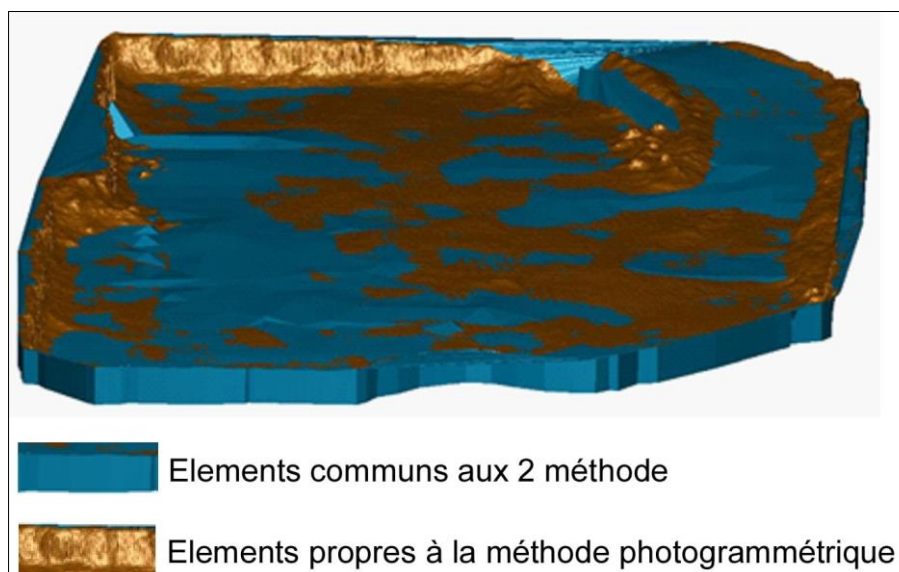


Fig. 9. DTM image comparing topographic and photogrammetric methods

3.3 DISCUSSIONS

The comparative analysis of the photogrammetric and topographic methods shows that the data acquisition times by drone (30mn and 40mn) are less than those of the topographic survey (21mn and 60mn) contrary to the data processing times which are much higher for the photogrammetric method (50mn and 60mn) than for the classical method (14mn and 20mn). However, the photogrammetric processing time can still be improved by increasing the computer capacity [27], [28], [29], [30]. Also, there are many other advantages to using the drone [7], [31], [32], [33]. Indeed, the monitoring of the pits allowed the detection of anomalies that could cause pit instability such as a crack detected at Taossa pit G4 (Figure 10). Specifically, the use of the drone in the pit allows to:

- facilitate mine planning;
- to facilitate the monitoring of the mine's advancement front;
- monitor the site remotely;
- optimize the cost and speed of execution (relatively simple operation to implement);
- to secure the site and respect the regulations: does not lead to the stopping of activities (in adequacy with the respect of the regulations), does not lead to the degradation of the site and allows a complete survey of the inaccessible or dangerous zones of access;
- reduce the risk of work-related accidents;
- make quick decisions to respond to an accident;
- facilitate data processing when the machines used are powerful;
- The photogrammetry made by the drone allows in addition to create topographic data but also geographical with the orthophoto

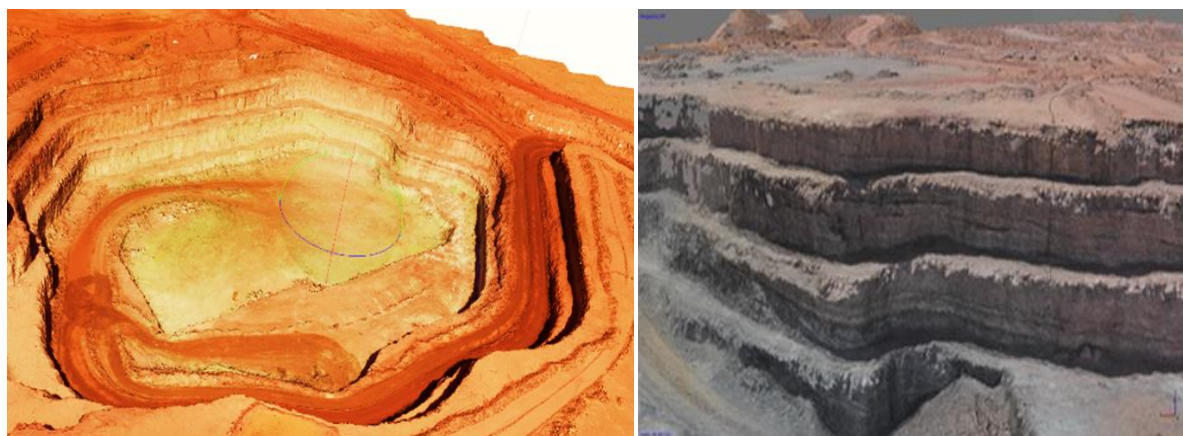


Fig. 10. Fissure detected in pit G4_Taossa monitored by the drone

However, the use of drone has constraints which, one must always take into account [12], [30], [13], [34], [14]:

- the drone is not RTk (Real Time Kinematic), which makes its use difficult (installation of several tarpaulins);
- it can't fly in the No Fly Zone; a zone forbidden by civil and military aviation;
- its use is conditioned by the weather conditions;
- a long time is needed for the break and the collection of the tarpaulins;
- the processing time is too long;
- a rapid depletion of the batteries

To overcome these constraints, certain provisions are necessary for optimal operation of UAVs [35], [36]. With this in mind, SOMAIR has already acquired a new model of drone with six (6) propellers (the YUNEEC H520) unlike the first prototype with four (4) propellers (the DJI Matrice 200). The "H520" also has a dual function tablet (radio control + tablet). This new model allows for a better mesh of the investigation area, resulting in high quality results [37], [38], [39], [40], [41]. In particular, it is necessary to:

- set up direct geo-referencing (fixed tarpaulins to be used as a reference for surveys);
- increase the number of batteries;
- consider the possibility of imaging in the infrared range (by lidar) [42], [43], [44];
- Use more powerful machines for image processing [45], [46], [47], [48], [49];
- Accelerate the empowerment of the rest of the team to meet expectations;
- Survey at the end of the shift to avoid interference with machinery and/or workers during data acquisition;
- survey the same area at different grid sizes and compare the results to determine the optimal grid size

Table III shows the advantage matrix of the photogrammetric method over the topographic method.

Table 3. Comparative table between the advantages and disadvantages of the drone method and the topographic method

CLASSICAL METHOD	DRONE METHOD	
Time consuming to implement	Reduced implementation time	
Limits production due to the time taken to use it	Modern and sophisticated equipment	
Hard work when surveying large slopes	Increases production, as it allows for the surveying of several slices at a time	
Is very unsafe (risk of accidents such as falls, stumbles, etc.)	Convenient use	
Has a high radiation exposure on the ore slopes	Reduction of exposure time	
	Provides security for workers	
	Very precise (gives more details)	
	Speed of data acquisition	
	Provides more reliable production results	Quantitative (quantities of ore extracted and stored are estimated)
		Qualitative

4 CONCLUSION

This study is related to the comparative analysis between the topographic method and the photogrammetric method for the monitoring and data acquisition of the mining works within the SOMAÏR uranium mine located in Arlit, North of Niger. The analyzed data were acquired by topometry using a total station, for the so-called classical method. For the photogrammetric method, measurements were carried out using drones. These two (2) methods were used to monitor the pouring of the M4_Art Nord ore and the G4_Taossa pit of the SOMAÏR mine. The results of the analysis and processing show that the data acquisition time per drome is relatively low compared to that of topographic surveys. However, the time of data processing by the photogrammetric method is relatively higher than that of the conventional method. Nevertheless, the processing time of drone images can be improved with powerful computer equipment. In addition, the use of UAVs offers additional advantages in the monitoring of mining operations, particularly with regard to the safety of workers and the mine, accuracy in the calculation of cubatures and the optimization of operating costs.

REFERENCES

- [1] S. K. Srivastava and K. Kaur, «Stability of Impulsive Differential Equation with any Time Delay», *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 2, no. 3, pp. 280–286, 2013.
- [2] R.L Maminirina, «Application Of Geostatistics In The Estimate Of The Antsirakambo Graphite Gisement Reserves» 2015.
- [3] B.W.M Alex, I.L.D Patrick and M.N.S Roger, «Optimization and Estimation of Reserves at the Lunsanu Mine in Upper Katanga, DR Congo», 2017.
- [4] S. Milles and J. «Lagofun, Topography and modern topometry: Measurement and representation techniques», 2007.
- [5] M. James and S. Robson, «Mitigating systematic error in topographic models derived from UAV and ground-based image networks», *ESPL [Wileyonlinelibrary.com]*. no. 39, 2014 Available at: < www.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/esp.3609 >.
- [6] Nex and Remondino, « UAV for 3D mapping applications: A review, *Applied Geomatics* » [<https://link.springer.com/article/10.1007/s12518-013-0120-x>], 2014.
- [7] P. Brisset, «Civilian drones: Perspectives and realities», *ENAC Research*, 44p, 2004.
- [8] H. Eissenbeiss, «UAV Photogrammetry», PhD Thesis (Sciences), ETH Zurich (Switzerland), 203 p, 2009.
- [9] P. Wolf and B. Dewitt, «Elements of Photogrammetry: with applications in GIS», Vol. 3. McGraw-Hill New York, NY, USA, 2000.
- [10] N. Snavely, S.M. Seitz and R. Szeliski, «Modeling the world from internet photo collections», *International Journal of Computer Vision* 80 vol 2, 189-210, 2008. URL <http://dx.doi.org/10.1007/s11263-007-0107-3>.
- [11] Y. Zhang, J. Xiong and L. Hao, «Photogrammetric processing of low-altitude images acquired by unpiloted aerial vehicles». *The Photogrammetric Record* 26 (134), 190-211, 2001. URL <http://dx.doi.org/10.1111/j.1477-9730.2011.00641.x>.
- [12] D. Turner and A. Lucieer and C. Watson, «An automated technique for generating georectified mosaics from ultra-high resolution unmanned aerial vehicle (UAV) imagery, based on structure from motion (SfM) point clouds», *Remote Sensing*, 4 (5), 1392-1410, 2012. URL <http://www.mdpi.com/2072-4292/4/5/1392>.
- [13] V. Tournadre, «Metrology by light airborne photogrammetry: application to the monitoring of dike evolution», PhD thesis, Speciality «Image processing», Université Paris-Est, 249p, 2015.
- [14] A. Murtiyoso, «Image acquisition and data processing protocol by drone, 3D modelling of remarkable buildings by photogrammetry», *Mémoire de Ingénieur Spécialité Topographie*», INSA de Strasbourg, 81 p, 2016. accessed in May 2020.
- [15] M. Vandenbroeck, «Photogrammetry by drone of a small mountain glacier - Development and application of a protocol ensuring the reproducibility of repeated surveys at seasonal and interannual intervals», Master's thesis, Speciality Geographic science, geomatics and geomorphology orientation», University of Liege (Belgium), 92p, 2018.
- [16] AREVA, «End of campaign report, Guezouman Flexure 2008-2009», 92p, 2010.
- [17] B. Zabre, «Deployment of the drone data acquisition system in the downhole activities of SOMAÏR», *Mémoire d'Ingénieur en Mines et Environnement*. School of Mines, Industry and Geology (EMIG) of Niamey, Niger, 2022.
- [18] C.C. Slama, C. Theurer and S.W Henriksen, «Manual of photogrammetry. Falls Church, Va. American Society of Photogrammetry», 1980.
- [19] R. Damien, P. Christian, M. Nicolle, R. Bruno, J. Andres, A. Jean and B. Jean-Stephane, «Aerial photographs by drone and DEM: application to Draix observatory on badland erosion. Geomorphologie: relief, processus, environnement», 2005, n° 1, p. 7-20, 2005.
- [20] J.S Aber, I. Marzol and J.B Ries J. B, «Small-Format Aerial Photography: Principles, Techniques and Geoscience Applications», Elsevier Science & Technology Books., 2010.
- [21] P.A Jacome, «Very high spatial resolution DTM for 3D representation of erosional gullies in mountains». PhD thesis. Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, AgroParisTech, 260p, 2010.
- [22] Nocerino et al, «Accuracy and block deformation analysis in automatic UAV and terrestrial photogrammetry», *Lesson learned- ISPRS [www.ISPRS.org]* No. XXIV, 2013. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/257486039>.

- [23] T. Dudka, « Photogrammetry and 3D modeling from drone images within TPLM-3D. Master thesis, INSA Strasbourg», 2015.
- [24] Breels, Nicolas, Marneffe, «River flow measurement using imaging techniques combining LSPIV and photogrammetry», Leuven Polytechnic, Catholic University of Leuven, 2020. Prom.: Soares Frazao, Sandra. <http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:25215>.
- [25] J. Peipe and M. Stephani, «Performance analysis of a pole and tree trunk detection method for mobile laser scanning data», The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XXXVIII-5/W12, pp. 197-202, 2011. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XXXVIII-5-W12-197-2011>.
- [26] J. O'Connor, M.J Smith and M.R James, «Cameras and settings for aerial surveys in the geosciences: Optimising image data», Progress in Physical Geography, 41 (3), pp. 325-344, 2017. DOI: 10.1177/0309133317703092.
- [27] M. Rossini, B. DiMauro, R. Garzonio, G. Baccoloa, G. Cavallini, M. Mattavelli, M. De Amicis and C.R Roberto, «Rapid melting dynamics of an alpine glacier with repeated UAV photogrammetry», Geomorphology, 304, pp. 159 – 172, 2018. DOI: 10.1016/j.geomorph.2017.12.039.
- [28] D.C Brown, «Decentering distortion of lenses», Photometric Engineering, 32 (3), pp. 444- 462, 1996.
- [29] P.A Jacome, C. Puech, D. Raclot and J.S Bailly, «Extraction of a digital terrain model from drone photographs», Clermont-Ferrand, pp. 79-100, 2007.
- [30] H. Eisenbeiss, «UAV photogrammetry in plant sciences and geology, In: 6th ARIDA Workshop on »Innovations in 3D Measurement, Modeling and Visualization, Povo (Trento), Italy«, 2008.
- [31] P.J Dandois, M. Olano and EC. Ellis, «Optimal Altitude, Overlap, and Weather Conditions for Computer Vision UAV Estimates of Forest Structure», Remote Sensing, 23 October, Issue 7, pp. 13895-13920, 2015. DOI: 10.3390/rs71013895.
- [32] R. Finn and D Wright, « Unmanned aircraft systems: surveillance, ethics and privacy in civil applications», Computer Law and Security Review 28 (2), 184-194, 2012. cited By (since 1996) 0. URL <http://www.scopus.com/inward/record.url>.
- [33] M.A Fonstad, J.T Dietrich, B.C Courvill, J.L Jensen, and P.E Carbonneau, «Topographic structure from motion: a new development in photogrammetric measurement», Earth Surface Processes and Landforms 38 (4), 421-430, 2013. URL <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/esp.3366/abstract>.
- [34] J. Lisein, J. Linchant, P. Lejeune, P. Bouché and C. Vermeulen, «Aerial surveys using an unmanned aerial system (UAS): Comparison of different methods for estimating the surface area of sampling strips», Tropical Conservation Science 6 (4), 506-520, 2013.
- [35] Dandois et al, «Optimal Altitude, Overlap and Weather Conditions for Computer Vision UAV Estimates of Forest Structure», Remote Sensing [www.mdpi.com/journal/remotesensing]. No. 7 (10): 13895-13920, 2015.
- [36] Gindraux et al, «Accuracy Assessment of Digital Surface Models from Unmanned Aerial Vehicles Imagery on Glaciers», Remote Sensing [www.mdpi.com/journal/remotesensing]. No. 9 (3): 186, 2017.
- [37] H.M Karara and W. Faig, «An expose on photographic data acquisition systems in closerange photogrammetry» International Archives of Photogrammetry. 14 (5). Hamburg, pp. 402 – 418, 1980.
- [38] K. Kraus and P. Waldhäusl, «Handbook of Photogrammetry: Fundamental Principles and Procedures», Paris: Hermes, 1998.
- [39] K. Kraus, W. Karel, C. Briesse and G. Mandlbürger, «Local accuracy measures for digital terrain models» The Photogrammetric Record 21 (116), 342-354, 2006. URL <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1477-9730.2006.00400.x/full>.
- [40] E. Honkavaara, R. Arbiol, L. Markelin, L. Martinez, M. Cramer, S. Bovet, L. Chandelier, R. Ilves, S. Klonus and P. Marshal, «Digital airborne photogrammetry-a new tool for quantitative remote sensing, a state-of-the-art review on radiometric aspects of digital photogrammetric images», Remote Sensing 1 (3), 577-605, 2009. URL <http://www.mdpi.com/2072-4292/1/3/577>.
- [41] A. Gruen, «Development and status of image matching in photogrammetry», Photogrammetric Record 27 (137), 36-57, 2012.
- [42] E. Lindberg and M. Hollaus, «Comparison of methods for estimation of stem volume, stem number and basal area from airborne laser scanning data in a hemi-boreal forest», Remote Sensing 4, 1004-1023, 2012. URL <http://www.scopus.com/inward/record.url>.
- [43] R.J.H Etten, «raster: Geographic analysis and modeling with raster data. R package version 2.2-31», 2014. URL <http://CRAN.R-project.org/package=raster>.
- [44] E.P Baltsavias, «A comparison between photogrammetry and laser scanning», ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 54, 83-94, Jul., 1999 URL: //000081673900004.
- [45] E. Baltsavias, A. Gruen, H. Eisenbeiss, L. Zhang and L.T Waser, «High-quality image matching and automated generation of 3d tree models», International Journal of Remote Sensing 29 (5), 1243-1259, 2008. URL <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01431160701736513>.
- [46] F.J Aguilar, J.P Mills, J. Delgado, M.A Aguilar, J.G Negreiros and J.L Perez, «Modelling vertical error in LiDAR-derived digital elevation models», Isprs Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 65, 103-110, 1, Jan., 2010. URL: //000274448200010 American society for photogrammetry and remote sensing.
- [47] T. Blaschke, «Object based image analysis for remote sensing», ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing 65 (1), 2-16, 2010. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924271609000884>.
- [48] A. Burkholder, T. Warner, M. Culp and R. Landenberger, «Seasonal trends in separability of leaf reflectance spectra for aianthus altissima and four other tree species», Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 77 (8), 793-804, 2011.

- [49] I. Colomina and P. «Molina, Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review», ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 92, 79-97, Jun., 2014.
URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924271614000501>.
- [50] M. Roachat, «Étude de la faisabilité de l'acquisition de données par drone dans l'application d'une délimitation foncière», Mémoire de Master, Spécialité « Identification, Aménagement et gestion du Foncier», ESGT Le Mans, 63 p, 2018.

Un financement basé sur la performance influence-t-il réellement l'utilisation des services de santé de première ligne en milieu rural africain ?

[Does performance-based financing really influence the use of frontline health services in rural Africa?]

Hermès Karemere¹, Patient Batasema Kahora², Jean Ahana², and Johanna Karemere³

¹Faculté des Sciences, Université du Cinquantenaire de Lwiro, Bukavu, Sud-Kivu, RD Congo

²Faculté de Médecine et de Pharmacie, département de Santé Publique, Université officielle de Bukavu, Bukavu, Sud-Kivu, RD Congo

³Chercheur indépendante, Centre d'Affaires Internationales Africana Inc., Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2023 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:* The performance-based financing approach was deployed in the Health Zone (ZS) of Miti-Murhesa between 2009 and 2014 by the « Agence d'Achat des Performances » (AAP) South Kivu. This study analyzes whether such an approach can really influence the use of health services.

Methods: This is a quasi-experimental evaluation («before-after» study), adapted to the program intervention evaluation framework, using a documentary review and individual interviews that targeted 345 people, including 246 users care services and 99 health care workers. Thematic analysis of the data was applied and concerned the socio-demographic characteristics of the respondents, their perceptions of the program impact, the use of services before and during the program and the use of therapeutic alternatives before and during the program.

Results: The proportion of people declaring use of health services in the Health Zone increased from 59% before the program to 93% at the end of the program (n=246). During the program implementation, the number of people who resorted to self-medication, the prayer room or witch doctors decreased, respectively from 126 (i.e. 51.2%) to 55 (i.e. 21.9%); from 9 (i.e. 3.6%) to 6 (i.e. 2.4%) and from 6 (i.e. 2.4%) to 2 (i.e. 0.8%) while that of people who had recourse to traditional healers increased significantly by 24 (9.7%) to 114 (46.3%). The population recognized the positive effects of the performance-based financing (PBF) program of AAP Sud-Kivu. Concerning the perception of the facilitators of the Health Zone, 94% (n=99) attest that the program has motivated the staff, has favored the improvement of the quality of services and has favored the realization of home visits. The lack of care for certain pathologies, including chronic ones such as tuberculosis, is deplored.

Conclusion: Performance-based financing can actually improve the use of frontline care services by reducing care costs and improving the quality of services. However, recourse to traditional healers remains the most competitive therapeutic alternative to the care offered by the integrated health structures of the ZS of Miti-Murhesa. This study recommends a sustainability plan for each performance-based financing program and effective regulation of the practice of traditional healers.

KEYWORDS: Performance-based financing, utilization of health services, health zone, Miti-Murhesa, Democratic Republic of Congo.

RESUME: *Introduction:* L'approche du financement basé sur la performance a été déployée dans la Zone de santé (ZS) de Miti-Murhesa entre 2009 et 2014 par l'Agence d'Achat des Performances « AAP » Sud-Kivu. La présente étude analyse si une telle approche peut réellement influencer l'utilisation des services de santé.

Méthodes: Il s'agit d'une évaluation quasi-expérimentale (étude « avant-après »), adaptée au cadre d'évaluation d'intervention des programmes, recourant à la revue documentaire et aux entretiens individuels ayant ciblé 345 personnes dont 246 utilisateurs des services de soins et 99 animateurs de la ZS. L'analyse thématique des données a été appliquée et a concerné les caractéristiques

sociodémographiques des personnes interrogées, leurs perceptions sur l'impact du programme, l'utilisation des services avant et pendant le programme et l'utilisation des alternatives thérapeutiques avant et pendant le programme.

Résultats: La proportion des personnes déclarant recourir aux services de santé de la Zone de santé est passée de 59% avant le programme à 93% à la fin du programme (n=246). Durant la mise en œuvre du programme, le nombre de personnes ayant recouru à l'automédication, à la chambre de prière ou aux féticheurs a baissé, respectivement de 126 (soit 51,2%) à 55 (soit 21,9 %); de 9 (soit 3,6%) à 6 (soit 2,4%) et de 6 (soit 2,4%) à 2 (soit 0,8%) tandis que celui de personnes ayant recouru aux tradipraticiens a sensiblement augmenté de 24 (soit 9,7%) à 114 (soit 46,3%). La population a reconnu des effets positifs du programme de financement basé sur la performance (FBP) de l'AAP Sud-Kivu. Concernant la perception des animateurs de la Zone de santé 94% (n=99) attestent que le programme a motivé le personnel, a favorisé l'amélioration de la qualité des services et a favorisé la réalisation des visites à domicile. L'absence de la prise en charge de certaines pathologies dont celles chroniques comme la tuberculose est déplorée.

Conclusion: Le financement basé sur la performance peut réellement améliorer l'utilisation des services de première ligne des soins grâce à la réduction des coûts des soins et l'amélioration de la qualité des services. Le recours aux tradipraticiens demeure cependant l'alternative thérapeutique la plus concurrentielle aux soins offerts par les structures sanitaires intégrées de la ZS de Miti-Murhesa. La présente étude recommande un plan de pérennisation pour chaque programme de financement basé sur la performance et une régulation efficace de la pratique des tradipraticiens.

MOTS-CLEFS: Financement basé sur la performance, utilisation des services de santé, zone de santé, Miti-Murhesa, République démocratique du Congo.

1 INTRODUCTION

Dans de nombreuses régions du monde et notamment en Afrique sub-saharienne, les besoins en santé de la population ne sont pas satisfaits, parce que les services de la santé et sociaux ne sont pas accessibles ou sont de mauvaise qualité [1]. Les initiatives visant à améliorer la qualité de ces services, comme les Soins de Santé Primaires (Alma Ata, 1978) et l'Initiative de Bamako (1987) ont partiellement résolu ces problèmes [2, 3]. D'autres initiatives focalisées sur la performance et l'accessibilité des services de santé ont développé des stratégies pouvant déboucher sur des services de qualité à moindre coût, mieux accessibles, équitables et pérennes [4-6]. C'est le cas du financement basé sur la performance (FBP) qui contribue à la bonne gouvernance des services de santé. L'approche du FBP dans le système de santé est caractérisée par la redevabilité des acteurs en termes des résultats, des performances des acteurs impliqués dont les prestataires publics et privés, les instances de réglementation du Ministère de la santé, les agences d'achat de performance, les financeurs et les organisations communautaires. L'effet recherché par l'approche FBP est d'accroître la couverture, l'utilisation des services de santé, la quantité et la qualité des soins dans les formations sanitaires (FOSA) [7]. Cette approche a été mise en place dans la Zone de santé (ZS) de Miti-Murhesa par Cordaid, au travers l'Agence d'Achat de Performance (AAP), entre 2008 et 2014 dans la perspective d'améliorer notamment l'accès aux soins de qualité pour la population de cette zone. La ZS de Miti-Murhesa est rurale, avec des alternatives de recours aux soins multiples fondés sur des perceptions culturelles, notamment le recours aux tradipraticiens, aux groupes de prières ou aux médicaments indigènes. La présente étude a pour but d'évaluer si un financement basé sur la performance influence réellement le recours aux services de santé de première ligne dans une zone de santé rurale.

2 METHODOLOGIE

L'étude menée est une évaluation quasi-expérimentale (étude « avant-après »), adaptée au cadre d'évaluation d'intervention des programmes.

2.1 CADRE DE L'ETUDE

Des expériences menées dans un grand nombre de pays montrent que le FBP contribue à une plus grande efficacité dans le domaine des soins de santé [7-9]. Il s'oriente sur une amélioration de l'accès aux soins de santé et sur un renforcement des capacités. Un des principes majeurs de la mise en place du programme de FBP est la séparation des fonctions dans un modèle où les différentes parties prenantes du système concerné doivent jouer chacun son rôle respectif. Ces fonctions sont la Régulation, le financement des activités ciblées par la performance, la prestation des services et le renforcement de la voix de la population. Dans la Zone de santé de Miti-Murhesa, la fonction de régulation a été assurée par l'équipe cadre de la Zone de santé au travers la supervision formative et l'encadrement technique ainsi que le contrôle de la qualité des soins dans les formations sanitaires (Centres de santé et Hôpital général de référence). La fonction d'achat des performances est assurée par l'Agence d'Achat des Performances (AAP). L'AAP en effet négocie des contrats avec les prestataires des soins dans les formations sanitaires (FOSA), vérifie les résultats et paie les subventions en fonction des résultats vérifiés. La fonction de prestation des services (fourniture des services des soins préventifs, curatifs, promotionnels et de

réadaptation); et des services administratifs (rapportage, renforcement des capacités, supervision) est assurée par les formations sanitaires (FOSA) dont les centres de santé (CS) et l'Hôpital général de référence (HGR). Après avoir signé les contrats, les FOSA offrent des services de santé de manière autonome comme entités organisationnelles à part entière.

Figure 1. Indicateurs subventionnés dans la Zone de santé de Miti-Murhesa

Bureau central de la Zone de santé :

- Supervisions réalisées par des membres de l'Équipe cadre de la Zone de santé ou par des infirmiers superviseurs à l'hôpital de référence ou dans les centres de santé.
- Visites et réunions de validation des données dans les formations sanitaires (CS et HGR)
- Visites de suivi et évaluation conjointe ECZ-AAP des plans de management dans les FOSA
- Évaluations trimestrielles des activités des CS et de l'HGR
- Évaluation des activités de l'équipe cadre de la Zone de santé par l'équipe cadre de la Division provinciale de la santé.

Hôpital général de référence :

- Nouveaux Cas vus par médecin
- Retro-information arrivée
- Contre références arrivées
- Nouveaux cas TBC + dépistés
- Transfusion de Sang - Don bénévole
- Césariennes
- Autres accouchements dystociques
- PF: Ligatures et vasectomies
- NC Indigent PF sous DIU ou Implant gratuit
- NC Indigent PF Ligature ou vasectomie gratuit
- Nombre des femmes enceintes testées au VIH
- Nombre d'Accouchées VIH+ mis sous traitement
- Nombre des nouveau-nés des femmes VIH+ mis sous traitement
- Consultations externes (nouveaux cas de victimes des violences sexuelles traités dans 72h.)
- **Santé Sexuelle** (Nbre des jeunes de 10 à 24 ans ayant bénéficié les services SSR)
- Score qualité des soins à HGR évaluée par les pairs

Centre de santé :

- Nouveaux cas consultations externes (y compris pour violence sexuelle)
- Enfants complètement vaccinés
- Femme enceinte ayant reçu VAT 2+
- Enfant de 12 à 59 mois inscrit à la CPS 2
- Enfant 12 à 59 mois ayant réalisé 4 visites standards (1/trim.)
- Nouveaux cas TBC + dépistés (3 examens crachat), Nombre de cas TBC traités et BK- après 6 mois
- Patients graves référés et arrivé à l'hôpital
- Victimes des Violences Sexuelles référés et arrivé à l'hôpital
- Grossesses à haut risque référée et arrivée
- Accouchements assistés dans FOSA
- Pilule + Inj (Nouv acceptantes), Pilule + Inj (Anc acceptantes)
- PF: Insertion d'implants ou DIU 2% par an, PF : Couple ayant adhéré aux méthodes PF
- CPN au 4ème mois (début T2), CPN 4 visites standards accomplies
- CPON: 2ème visite au 42e jour
- Nombre des femmes enceintes testées au VIH, Nombre d'Accouchées VIH+ mis sous traitement
- Nombre des couples testés au VIH pour PTME
- Nombre des nouveau-nés des femmes VIH+ mis sous traitement
- NC & AC Indigent ayant adhéré à la PF
- **Santé sexuelle** (Séances d'information, éducation et communication avec les jeunes et adolescents, Nombre des jeunes de 10 à 24 ans ayant bénéficié les services SSR, Nombre des jeunes de 18 à 24ans ayant reçu les contraceptifs modernes)
- **Indicateurs communautaires** (Nombre des Visites d'investigation à domicile réalisées)
- Autres indicateurs (Réunion d'analyse des données SNIS y compris les données financières)

Indicateurs non subventionnés :

Actes chirurgicaux majeurs et mineurs
Maladies chroniques comme le diabète, l'hypertension.

Les comités de santé et de développement des aires de santé (CODESA) avec les représentants de la communauté (Relais communautaires) peuvent influencer la liaison entre les FOSA et la population, et participent à la gestion des centres de santé (CS). La fonction de vérification qui se fait au niveau des structures sanitaires, une vérification de la quantité et de la qualité technique; et au niveau de la communauté à travers les enquêtes dirigées par les associations locales pour la vérification de la matérialité des prestations

et leur authenticité ainsi que la satisfaction des usagers des services. Cette fonction vise aussi à renforcer la voix de la population. La fonction de paiement est faite directement sur les comptes bancaires des bénéficiaires après vérification de leurs performances par l'AAP. La séparation des fonctions diminue l'éventualité d'un conflit d'intérêt. Les parties agissent ensemble d'une manière qui implique simultanément la surveillance et le soutien technique. Les prestations concernées par la performance et in fine le financement sont synthétisées dans la Figure 1. L'intervention de l'AAP dans la Zone de santé de Miti-Murhesa a débuté en 2009 et a pris fin en 2014.

2.2 DESCRIPTION DU TERRAIN D'ETUDE

L'étude a eu lieu dans la Zone de santé rurale de MITI-MURHESA, au nord de la province du Sud-Kivu en République démocratique du Congo. La Zone de Santé compte une population de 231497 habitants en 2015 répartis dans 18 aires de santé [10]. La zone de santé rurale de Miti-Murhesa est constituée d'un Bureau Central de la Zone de Santé, d'un Hôpital Général de Référence, d'un Centre Hospitalier, d'un hôpital Pédiatrique, d'un Centre Médical, de 18 Centres de Santé, de 11 Postes de Santé, d'un Dispensaire et d'une Polyclinique. La population vit essentiellement de l'agriculture, de l'élevage, du commerce, de la pêche ou de la rémunération en tant que fonctionnaires de l'état (seulement 30 % de la population). Les pathologies les plus fréquentes sont le paludisme, la pneumonie, la fièvre typhoïde, la diarrhée, les infections sexuellement transmissibles, l'amibiase et la malnutrition protéino-énergétique.

2.3 TYPE D'ETUDE

L'étude est de type évaluative « avant-après », menée de manière transversale en deux temps; d'abord sur la perception de l'utilisation des services de santé avant l'intervention consistant au financement des activités de la zone de santé basé sur la performance (en 2009) et ensuite après l'intervention (en 2014).

2.4 COLLECTE DES DONNÉES

Les principales données collectées concernent l'utilisation des services de santé avant et pendant le programme, l'utilisation des alternatives thérapeutiques avant et pendant le programme, l'impact du financement basé sur la performance sur les services de première ligne et les caractéristiques sociodémographiques et économiques des utilisateurs des services interrogés (sexe, âge, état civil, profession, niveau d'étude, taille du ménage, et revenu du ménage).

Pour ce faire, l'étude a recouru d'une part à la revue documentaire exploitant les rapports sur le contenu et le déroulement de l'intervention de l'AAP durant la période d'étude (2009-2014), et ensuite aux entrevues avec 345 personnes ayant accepté de participer à l'étude parmi lesquelles 246 utilisateurs des services de soins et 99 animateurs de la Zone de santé dont 3 superviseurs du Bureau Central de la Zone (BCZ) de santé, 51 professionnels des Centres de santé et 45 membres des comités de santé et de développement des aires de santé (CODESA). Un questionnaire semi-ouvert avait été préalablement élaboré. Seules étaient incluses à l'étude les personnes ayant leur résidence physique au sein de la zone de santé de MITI-MURHESA et ayant effectivement utilisé les services de santé au moins une fois avant et pendant le programme de l'AAP ou ayant travaillé dans la ZS de Miti-Murhesa durant la période de l'étude. Les entrevues ont été réalisées par 3 enquêteurs recrutés en tenant compte de leur capacité, de leur connaissance de la Zone de santé et de leur habileté à parler le français et les langues locales dont le Swahili et le Mashi. Les enquêteurs ont été préalablement formés sur la méthodologie et les procédures à suivre lors de la collecte des données sur le terrain. Sur 448 personnes sélectionnées, 345 ont accepté de participer à l'étude soit un taux de participation de 77%.

2.5 TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNÉES

Les données ont été encodées manuellement dans un fichier Word et analysées par thème. Après une lecture approfondie des transcriptions, les schémas initiaux et les catégories récurrentes ont été identifiés. Cela a permis de mettre en évidence les éléments pertinents en lien avec l'utilisation des services avant et pendant l'intervention de l'AAP. Les similitudes et les différences entre les participants ont été identifiées et présentées telles quelles. Des histogrammes ont été construits en Excel pour comparer d'une part les proportions des utilisateurs des services de santé avant et après et d'autre part les proportions des utilisateurs des alternatives thérapeutiques avant et après l'intervention dans la ZS de Miti Murhesa.

2.6 CONSIDÉRATIONS ÉTHIQUES

L'approbation du protocole de recherche de la présente étude a été délivrée par le comité des chercheurs du département de santé Publique de l'Université Officielle de Bukavu. Aussi, l'accès aux données et à leur utilisation a été autorisé par le Médecin chef de Zone de santé de Miti-Murhesa. Un consentement éclairé et libre a été systématiquement obtenu auprès des personnes interrogées, garanties de l'anonymat et de la confidentialité des informations collectées.

3 RÉSULTATS

3.1 LES CARACTÉRISTIQUES SOCIODÉMOGRAPHIQUES

Tableau 1. Caractéristiques sociodémographiques des utilisateurs des services interrogés

Caractéristiques	Effectif (n=246)	%	M±DS
Age (années)			39±17
Moins de 30 ans	109	44,3	
30 ans et plus	137	55,7	
Sexe			
Féminin	99	40,2	
Masculin	147	59,8	
Etat Civil			
Célibataire	58	23,6	
Séparé (e) /Divorcé (e)	12	4,8	
Marié	160	65	
Veuf (ve)	16	6,5	
Profession			
Agent de l'Etat	44	17,9	
Agent humanitaire	27	11	
Agriculteur/Eleveur	92	37,4	
Artisanat	6	2,4	
Autre à préciser	6	2,4	
Commerçant (e)	25	10,2	
Sans profession	46	18,7	
Religion			
Catholique	138	56,1	
Kimbanguiste	3	1,2	
Musulman	12	4,9	
Protestante	81	32,9	
Témoin de Jéhovah	12	4,9	
Niveau d'étude			
Primaire	50	20,3	
Sans niveau	68	27,6	
Secondaire	101	41,1	
Universitaire	27	11	
Taille de ménage (Nombre de personnes)			7±3
Moins de 7 personnes	125	50,8	
7 personnes et plus	121	49,2	
Revenu mensuel du ménage (en dollars américains)			65±75 \$
100 et plus	54	22	
50 à 99	60	24,4	
0 à 49	132	53,6	

3.2 UTILISATION DES SERVICES DE SANTE AVANT ET APRES L'INTERVENTION

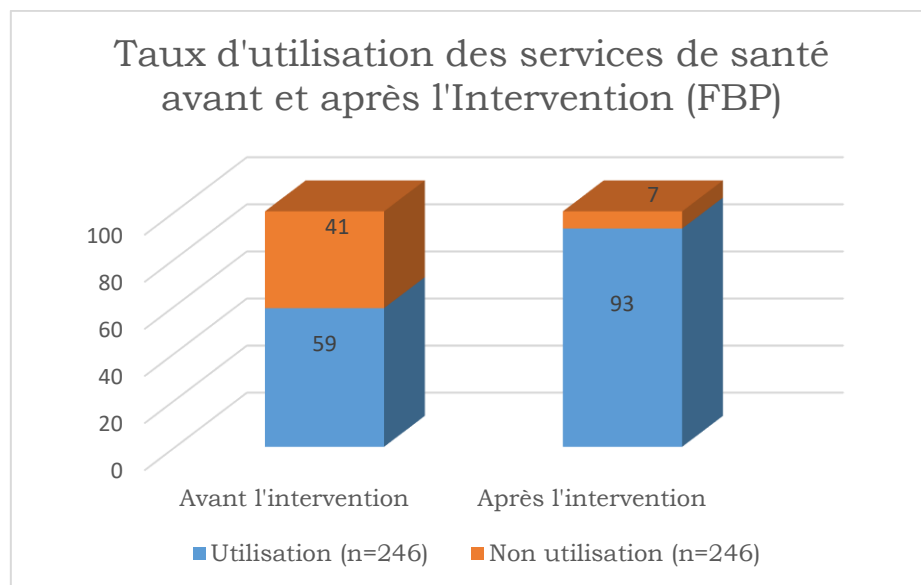


Fig. 1. Evolution de l'utilisation des services

3.3 UTILISATION DES SERVICES ALTERNATIFS AUX SERVICES DE LA SANTE AVANT ET APRES L'INTERVENTION

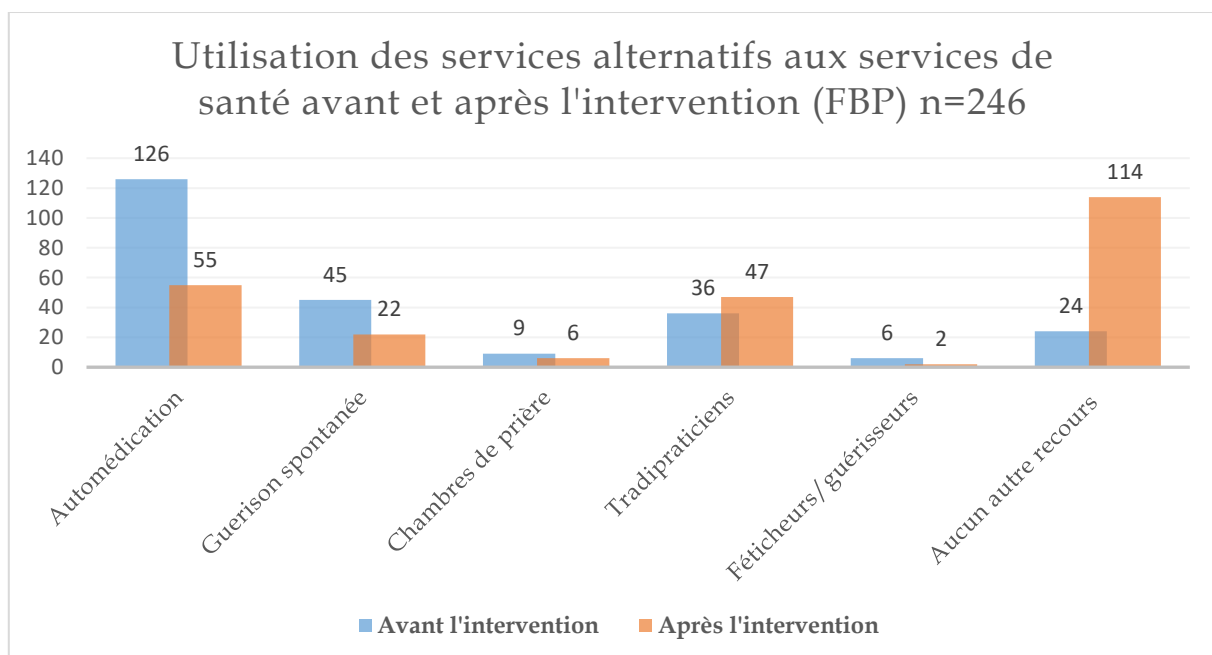


Fig. 2. Evolution de l'utilisation des alternatives thérapeutiques

3.4 PERCEPTIONS SUR L'UTILISATION DES SERVICES OFFERTS DANS LA ZONE DE SANTE DE MITI-MURHESA

Selon 85 % des utilisateurs des services interrogés (n=246), la barrière financière constitue le principal obstacle à l'accessibilité aux soins dans la Zone de santé de Miti-Murhesa. En effet, 54 % d'entre eux vivent avec un revenu mensuel inférieur à 50 dollars américains (\$ US) et 25% ont un revenu compris entre 50 et 100 \$ US.

Parmi les utilisateurs des services interrogés, 35 % admettent être motivées par la qualité des soins pour utiliser les services de santé et 68 % déclarent que la réduction des coûts des soins constitue le facteur majeur qui les pousse à utiliser les services de santé.

Concernant la satisfaction, 45% des utilisateurs des services interrogés ne sont pas satisfaits des services offerts, à cause de la faible qualité des soins, de l'insuffisance de la couverture sanitaire, de l'indisponibilité des ressources humaines pour certains services clés ou d'un système d'approvisionnement en médicament problématique.

Concernant l'impact du programme, 52 % des utilisateurs interrogés admettent que le programme leur a facilité l'accès aux services et a amélioré la qualité des services. Pour des personnes interrogées le programme a permis de motiver le personnel (68% des répondants), de réduire le coût des soins (52%), d'améliorer la qualité des services (75%), d'appliquer les normes nationales (25%), d'améliorer la couverture (43%), de prendre en charge quelques indigents (76%), de participer à la fixation des tarifs (75%) et de sensibiliser des ménages sur la prise en charge de leur santé (75%). La participation de la population a été améliorée selon 75 % des personnes interrogées, recevant des visites à domicile des membres des CODESA grâce au programme de Cordaid (AAP).

Concernant la perception des animateurs de la ZS, 94% (n=99) attestent que le programme a motivé le personnel à cause de la régularité et de la consistance de la rémunération, a réduit les coûts des soins chez les usagers, a favorisé l'amélioration quantitative et qualitative des services des soins et a favorisé la réalisation des visites à domicile. Les personnes interrogées ont cependant tous fait l'observation de l'absence de prise en charge de certaines pathologies dont celles chroniques comme la tuberculose. Concernant spécifiquement les membres des CODESA, 83 % (n=45) ont mentionné que le programme a favorisé la prise en charge des indigents et a occasionné la participation communautaire à la fixation des tarifs des soins.

4 DISCUSSION

La présente étude avait pour objectif d'évaluer si un financement basé sur la performance influence réellement l'utilisation des services de santé de première ligne dans une zone de santé rurale. Les principales limites de cette étude concernent l'absence de catégorisation des utilisateurs des services de santé par service et en fonction des caractéristiques socio-démographiques ainsi que le comparatif avec une Zone de santé sans appui quelconque. Nous discutons dans les paragraphes qui suivent les caractéristiques socio-démographiques des personnes interrogées, l'utilisation des services avant et pendant le programme, l'évolution de l'utilisation des alternatives thérapeutiques et les perceptions des personnes interrogées sur l'utilisation des services dans la Zone de santé de Miti-Murhesa avant et pendant le programme et l'impact du programme sur les services de santé.

4.1 CARACTERISTIQUES SOCIO-DEMOGRAPHIQUES DES PERSONNES INTERROGÉES

Les utilisateurs des services interrogés sont majoritairement âgés de plus de 30ans (56%), des hommes (60%) et des personnes mariées (65%). Au-delà du programme de financement basé sur la performance, certaines caractéristiques socio-démographiques peuvent à elles seules influencer l'utilisation des services. L'étude démontre une proportion importante de personnes à revenu mensuel inférieur à 100 \$ US (78%), au chômage (19%) et d'analphabètes (28%) qui constituent des facteurs d'un faible recours aux soins [11]. L'analphabétisme et le bas niveau d'instruction entraînent une faible prise de conscience qui empêche aux personnes de comprendre l'importance des services médicaux et les rend moins attentives au lien entre certaines pratiques culturelles et les effets négatifs sur leur santé [12]. Concernant le faible revenu, plusieurs études démontrent que le profil des ménages pauvres présente le risque d'avoir des problèmes de santé avec les dépenses de soins de santé élevées et des difficultés d'accès aux soins modernes [13-15]. La religion influence aussi considérablement l'accès aux services et soins de santé et notamment ceux maternels [16]. En effet, certaines pratiques religieuses s'inscrivent directement dans la vie sociale: l'habillement, l'alimentation, le recours aux soins de santé modernes. Dans la ZS de Miti-Murhesa, les personnes interrogées appartiennent à cinq principales religions; catholique (56%), protestante (33%), musulmane (5%), témoins de Jéhovah (5%) et Kimbanguiste (1%), généralement associées à une diversité de modèles de perceptions du recours aux soins de santé modernes. Cette diversité religieuse soulève la question de l'adaptation des formations sanitaires pour demeurer accessibles et l'intégration de la dimension religieuse par les professionnels de la santé dans les soins administrés à leurs patients [17, 18]. Dans certains cas la religion sera exploitée pour renforcer la qualité du traitement offert au patient et être considéré ainsi comme un système de soins de santé, notamment en santé mentale [19, 20].

4.2 UTILISATION DES SERVICES AVANT ET PENDANT LE PROGRAMME

La proportion des utilisateurs de service déclarant recourir aux services de santé de la ZS est passée de 59% avant le programme à 93% à la fin du programme (n=246). Le programme de PBF semble avoir amélioré sensiblement l'utilisation des services dans la ZS de Miti-Murhesa, corroborant les résultats des autres études [7, 21] et contredisant d'autres [22]. Le financement basé sur la performance dans sa mise en œuvre facilite une meilleure organisation et évaluation des services [6], une mobilisation des ressources pour faire face au faible pouvoir d'achat des ménages [23, 24], et la rationalisation de la gestion du centre de santé. Des mécanismes similaires ont été développés dans la ZS voisine de Katana pour permettre aux Centres de santé de maintenir des soins de qualité en contexte d'instabilité

[25, 26]. Le programme déployé par l'AAP n'a pas agi sur les autres facteurs pouvant influencer l'utilisation des services, dont les facteurs géographiques et environnementaux [27, 28].

4.3 ÉVOLUTION DE L'UTILISATION DES ALTERNATIVES THÉRAPEUTIQUES

L'utilité que les individus accordent aux différentes alternatives thérapeutiques dépend du besoin de santé, de leurs capacités financières et des coûts et avantages qu'ils attribuent à ces différentes alternatives [29]. Les alternatives observées dans la ZS de Miti-Murhesa notamment le recours à l'automédication, à la chambre de prière, aux tradipraticiens et aux féticheurs corroborent les résultats d'autres études réalisées en République démocratique du Congo [30-32]. Les relations entre les populations et les personnels de santé constituent une composante essentielle des avantages perçus. La qualité de ces relations a une influence décisive sur la fréquentation des centres de santé [29]. Durant la mise en œuvre du programme, le nombre de personnes ayant recouru à l'automédication, à la chambre de prière ou aux féticheurs a baissé respectivement de 126 (soit 51,2%) à 55 (soit 21,9 %); de 9 (soit 3,6%) à 6 (soit 2,4%) et de 6 (soit 2,4%) à 2 (soit 0,8%) tandis que celui de personnes ayant recouru aux tradipraticiens a sensiblement augmenté de 24 (soit 9,7%) à 114 (soit 46,3%) comme illustré par la figure 3. Les tradipraticiens dans la Zone de santé de Miti-Murhesa font ainsi une forte concurrence aux services de santé de la zone de santé; ils n'arrivent habituellement pas à résoudre les problèmes de santé de la population comme relevé par Manzambi [30]. Une adaptation de leur pratique à la demande sociale mérite d'être davantage soutenue [33] ainsi que la régulation de leur profession afin de limiter l'émergence des charlatans et escrocs.

4.4 PERCEPTIONS DES PERSONNES INTERROGÉES

La réduction des coûts des soins et la qualité des soins sont les facteurs principaux cités de motivation à l'utilisation des services de santé. La mise en œuvre du programme de financement basé sur la performance a impliqué la participation de la communauté à la fixation des tarifs des soins et a amélioré la qualité des services ainsi que la motivation des professionnels de santé au niveau des FOSA. La population a reconnu des effets positifs du programme de l'AAP, corroborant les résultats d'autres études sur les effets du PBF [22, 34].

5 CONCLUSION

Le financement basé sur la performance peut réellement améliorer l'utilisation des services de première ligne des soins grâce à la réduction des coûts des soins et l'amélioration de la qualité des services au travers leur équipement, la mise en place des mécanismes de gestion transparente et la motivation des ressources humaines. Malgré ce financement, le recours aux tradipraticiens demeure important dans la ZS de Miti-Murhesa, constituant une concurrence aux services de santé de première ligne. Aussi, le financement des services de santé basé sur la performance fragilise à moyen terme le système de santé local du fait qu'il soit basé sur des programmes ayant une durée de vie, sans aucun encrage institutionnel dans le système de santé. La présente étude recommande ainsi d'associer un plan de pérennisation à chaque programme de financement basé sur la performance et de renforcer la régulation de la pratique des tradipraticiens, notamment dans les Zones de santé où le recours aux tradipraticiens est important.

REFERENCES

- [1] Balique, H., 1. Le défi de la santé en Afrique subsaharienne et ses perspectives, in Santé internationale. 2011, Presses de Sciences Po. p. 29-50.
- [2] Mbeva, J.-b.K., et al., Profil de l'offre des soins médicaux en milieu urbain africain: Cas de la ville de Goma à l'est de la RDC. International Journal of Innovation and Applied Studies, 2020. 31 (3): p. 458-471.
- [3] Hone, T., J. Macinko, and C. Millett, Revisiting Alma-Ata: what is the role of primary health care in achieving the Sustainable Development Goals? The Lancet, 2018. 392 (10156): p. 1461-1472.
- [4] Mayaka Manitu, S., Le financement basé sur la performance dans un système de santé complexe: cas de la République Démocratique du Congo. Université Catholique de Louvain, UCL, Louvain, Belgium, 2015.
- [5] Karemere, H., et al., Referral hospitals in the Democratic Republic of Congo as complex adaptive systems: similar program, different dynamics. The Pan African Medical Journal, 2015. 20
- [6] Njoumeme, Z. and A. Fadimatou, Performance-based financing for monitoring and evaluation of health system in Cameroon. African Evaluation Journal, 2013. 1 (1): p. 11
- [7] Soeters, R., et al., Performance-based financing experiment improved health care in the Democratic Republic of Congo. Health Affairs, 2011. 30 (8): p. 1518-1527.
- [8] Zeng, W., et al., Impact of performance-based financing on primary health care services in Haiti. Health policy and planning, 2013. 28 (6): p. 596-605.

- [9] Sieleunou, I., et al., How does performance-based financing affect the availability of essential medicines in Cameroon? A qualitative study. *Health policy and planning*, 2019. 34 (Supplement_3): p. iii4-iii19.
- [10] Zone-de-Santé-Miti-Murhesa, Rapport annuel d'activités 2015.
- [11] Jusot, F., Les inégalités de recours aux soins: bilan et évolution. *Revue d'épidémiologie et de santé publique*, 2013. 61: p. S163-S169.
- [12] Samb, N.D. and P. Sakho, Déterminants de l'utilisation des services de santé de la reproduction (SR) par les populations de transhumants pastoraux de la région de Matam. *Antropo*, 2012. 27: p. 97-104.
- [13] DEMAREST, S., et al., Accessibilité financière aux soins de santé. DRIESKENS, Sabine, GISLE, Lydia (éd.), Enquête de santé, 2013.
- [14] Manzambi Kuwekita, J., et al., Étude des conditions de vie et d'accessibilité aux soins de santé de qualité des populations en situation de précarité, dans la zone de sante de Bandalungwa à Kinshasa (Congo) grâce à la micro-assurance santé en 2008. *Journal d'Épidémiologie et de Santé Publique*, 2013. 12
- [15] Fecher-Bourgeois, F. and J.-M. Close, Accessibilité financière et équité du système belge de soins de santé. De l'organisation du système de santé à l'impact d'actions spécifiques: la politique de la Clinique André Renard. 2011.
- [16] Messi, E. and W. Yaye, Contraintes à l'accès aux soins de santé maternelle dans la ville de Maroua. *Int J Eng Sci*, 2017. 6 (1): p. 13-21.
- [17] Le Gall, J. and S. Xenocostas, L'adaptation des soins sociosanitaires de première ligne à la diversité religieuse: l'exemple du Québec. *Ethnologies*, 2011. 33 (1): p. 169-189.
- [18] Fortier, V. Refus de soins, récusation du soignant pour motifs religieux. in Commission d'éthique de la Clinique Adassa, Strasbourg, 26 mai 2014. 2014.
- [19] Ourhou, A., E. Habimana, and S. Bergeul, L'accessibilité des services de santé mentale en contexte migratoire: la perception des immigrants. *Revue québécoise de psychologie*, 2022. 43 (1): p. 65-83.
- [20] Benjamin, F., Promouvoir la participation citoyenne comme stratégie d'extension des services de santé mentale en Haïti. Les représentations de la maladie mentale en Haïti, 2020: p. 157.
- [21] Rudasingwa, M., R. Soeters, and M. Bossuyt, The effect of performance-based financial incentives on improving health care provision in Burundi: a controlled cohort study. *Global Journal of Health Science*, 2015. 7 (3): p. 15
- [22] Ahmed, T., et al., Incentivizing quantity and quality of care: evidence from an impact evaluation of performance-based financing in the health sector in Tajikistan. 2019.
- [23] Gautier, L., et al., How do diffusion entrepreneurs spread policies? Insights from performance-based financing in Sub-Saharan Africa. *World Development*, 2018. 110: p. 160-175.
- [24] Coulibaly, A., et al., Performance-Based Financing (PBF) in Mali: is it legitimate to speak of the emergence of a public health policy? International Development Policy | *Revue internationale de politique de développement*, 2020 (12.1).
- [25] Karemere, H., et al., Résilience des centres de santé dans la prise en charge du paludisme: Cas de la Zone de santé de Katana en République démocratique du Congo [Resilience of health centers in the management of malaria: Case of Katana Health Zone in the RD Congo]. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 2022. 37 (1): p. 188-200.
- [26] Kenanewabo, N., C. Molima, and H. Karemere, gestion adaptative des centres de santé dans un environnement changeant en République démocratique du Congo. *Sante Publique*, 2020. 32 (4): p. 359-370.
- [27] Régine, A.K.A., Determinants of utilization of modern health facilities in C_ampersandsignocirc; te d_ampersandsign# 39; Ivoire: evidence from a national household survey. *African Journal of Health Economics*, 2018. 7: p. 1-15.
- [28] Munyamahoro, M. and J. Ntaganira, Déterminants de l'utilisation des services de sante par les ménages du district de rubavu. Rwanda Health Communication Center - Rwanda Biomedical Center (RHCC - RBC), 2012.
- [29] Haddad, S., Utilisation des services de santé en pays de développement: une étude longitudinale dans la zone de santé rurale de Nioki au Zaïre. 1992, Lyon 1.
- [30] Manzambi, J., et al., Les déterminants du comportement de recours au centre de santé en milieu urbain africain: résultats d'une enquête de ménage menée à Kinshasa, Congo. *Tropical Medicine & International Health*, 2000. 5 (8): p. 563-570.
- [31] Bapolisi, W.A., et al., First recourse for care-seeking and associated factors among rural populations in the eastern Democratic Republic of the Congo. *BMC public health*, 2021. 21 (1): p. 1-13.
- [32] Mwana-Wabene, A.C., et al., Choix thérapeutiques des hypertendus et diabétiques en milieu rural: Une étude mixte dans deux zones de santé de l'Est de la République Démocratique du Congo. *African Journal of Primary Health Care & Family Medicine*, 2022. 14 (1): p. 9.
- [33] Gruénais, M.-É., La professionnalisation des «néo-tradipraticiens» d'Afrique centrale. *Santé Publique et Sciences Sociales*, 2002. 8 (9): p. 217-239.
- [34] Petross, C., et al., Intended and unintended effects: community perspectives on a performance-based financing programme in Malawi. *BMJ global health*, 2020. 5 (4): p. e001894.

Relative abundance of smoked fishes and the diversity of pests associated with their deterioration during storage

Peyieno Martial Judicaël¹, Tekou Ngunte Hervé², Yantcho Tahon Laurent Franz³, Tamgno Béranger Raoul², Leng Marlyse Solange¹, and Tchoumboungang François³

¹Department of Biochemistry, Faculty of Science, University of Douala, P. O. Box 24157, Douala, Cameroon

²Department of Aquatic Ecosystems Management, Laboratory of Ecosystems and Fisheries Resources, Institute of Fisheries Sciences of the University of Douala, P. O. Box 7236, Douala, Cameroon

³Department of Processing and Quality Control of Aquatic Products, Laboratory of Ecosystems and Fisheries Resources, Institute of Fisheries Sciences of the University of Douala, P. O. Box 7236, Douala, Cameroon

Copyright © 2023 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: Fish is recognized for its high nutritional value and its beneficial effect on the health of consumers. In order to ensure a permanent supply throughout the year, fish is dried or smoked and put in storage. The aim of this study was to determine the biotic constraints related to the deterioration of smoked fishes in three processing basins in the Littoral region of Cameroon. 260 actors were interviewed in the localities of Youpwé, Mouanko and Manoka: 64 fishermen, 89 processors and 107 traders. The inventory of smoked fishes was determined in each locality. During the inspection of the storage tools, *Ethmalosa fimbriata* and *Ilisha africana*, apparently healthy were sampled and put in observation at the National Veterinary Laboratory for 60 days. This study revealed that only women are involved in fish processing. The processors and traders of Youpwé were Cameroonian (84.12%), Ghanaian (4.67%) and Nigerian (11.21%). Their level of education is mainly secondary school education (57.01) and an experience year in activity between 11 and 15 years (49.26%). 33 species of fishes are smoked, the main important of which are *E. fimbriata* and *I. africana*. 9 pest species are associated with stored smoked fishes. *Necrobium rufipes* is the main insect pest during storage of *E. fimbriata* (56.0), *I. africana* (64.0) with a significant difference (F (120; 29): 4.611*, P ≤ 0.05) and *Aspergillus flavus* (F (120; 29): 3.045*, P ≤ 0.05) the most detrimental mold. The pest control methods are more diversified in Youpwé: re-smoking (23%), refrigeration (5%), dry red pepper (41%), garlic (23%), dry salting (8%).

KEYWORDS: Stored Smoked Fish, Insects, Molds, Mites, Control Methods, Littoral-Cameroon.

1 INTRODUCTION

Fish is recognized for its high nutritional value and its beneficial effect on the health of consumers. These nutrients have therapeutic properties, among which: anti-inflammatory, antihyperlipidemic, hypolipidemic, antidiabetic [1]; [2]; [3]; [4]. Fish, in addition to its nutritional value, is a major source of employment and trade through capture, handling, processing and distribution for millions of people who live near water [5]. In the world, faced with an ever-growing population, the demand for this fish product is growing. In 2018, its production was estimated at 179 million tones, 20.5 kg per capita [6]. In Cameroon, this production is estimated at 294.000 tones [7].

However, due to its chemical composition, fish is an easily perishable food and therefore likely to cause very high post-harvest losses. These losses can be caused by poor hygienic conditions during handling, storage, distribution, or by lack of infrastructure during the conservation of the fresh product. In Africa, these losses are between 30 and 35%, affecting the nutritional, organoleptic, technological and hygienic quality of fish [6]. In order to preserve this quality after capture, several preservation techniques are practiced, such as freezing, refrigeration, salting, drying, smoking, frying and fermentation [8]; [9]. On the coasts of Littoral-Cameroon, smoking and drying remain the main modes of transformation [10]; [11]. To ensure the availability of smoked or dried fishes on the market throughout the year, successful storage is essential. However, during storage, many biotic and physical factors affect these fish products [12]; [13]; this,

despite the antioxidant and antiseptic action of the various compounds (formaldehyde and acetic acid) in the smoking on the fish. Indeed, pest infestations are common on smoked and dried fishes in most developing countries, including Cameroon [14]. Harmful pests commonly recorded on stored smoked or dried fish are beetles (*Dermestes* and *Necrobia*), Diptera (bloat flies) and Sarcophagidae (mites) [15]; [16]. These pests depreciate smoked fish through their biological activity by producing waste (fine meal) or secretions, releases of heat and water vapors, thus creating an environment favorable to the development of molds [17]. Among these different most common molds associated with smoked fish samples in Cameroon are *Aspergillus* spp, *Penicillium* spp, and *Mucor* spp [18]; [19]. During storage under certain conditions, the infestation rate can reach 99.49%, resulting in quantitative losses of the order of 80% to 100% depending on the different species of smoked fish stored in addition to qualitative losses favoring a depreciation of the product [11]. Pest infestation results in losses of 25,044.54 naira for a turnover of 427,500.00 naira in Nigeria [20]. The alteration in the quality of smoked fish can pose a danger to public health because they carry diseases that are pathogenic for humans [19]; [21]. The spoilage of smoked fish due to mold and insect vectors in open markets due to poor storage is of great importance and is a serious problem in Littoral-Cameroon. The objective of this study was to carry out a socio-sanitary survey and to highlight the diversity of pests of smoked fish stored in Manoka, Mouanko, Youpwé (Littoral-Cameroon). This will provide useful information for dealing with the problem of preserving and storing fish and will help to ensure the safety and wholesomeness of smoked fish.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 STUDY FRAMEWORK

Cameroon is a country in the Central African sub-region with an area of nearly 475,442 km² including 402 km of coastline which is at the heart of intense maritime industrial and artisanal, multi-species and gear fishing activities. Located in the Bay of Biafra, the sea is covered with warm water at a temperature > 25°C, watered by significant runoff entrusted to coastal rivers and estuaries. The study took place in the Littoral-Cameroon region, precisely in 03 sub divisions: Douala II (Youpwé “Tyo1, Tyo2, Tyo3, Tyo4, Tyo5”), Douala VI (Manoka “Dahomey, Plateau, Nyangadou, Kwanci, Creek n1”) in the Wouri Division and Mouanko (Laskobo, Lorenz, Kasalafan, Côte d’Ivoire, Yoyo 2) in the Sanaga Maritime Division (Fig. 1). These areas were chosen for their volumes of fish landed and also for the high activity of processing smoked fish [11].

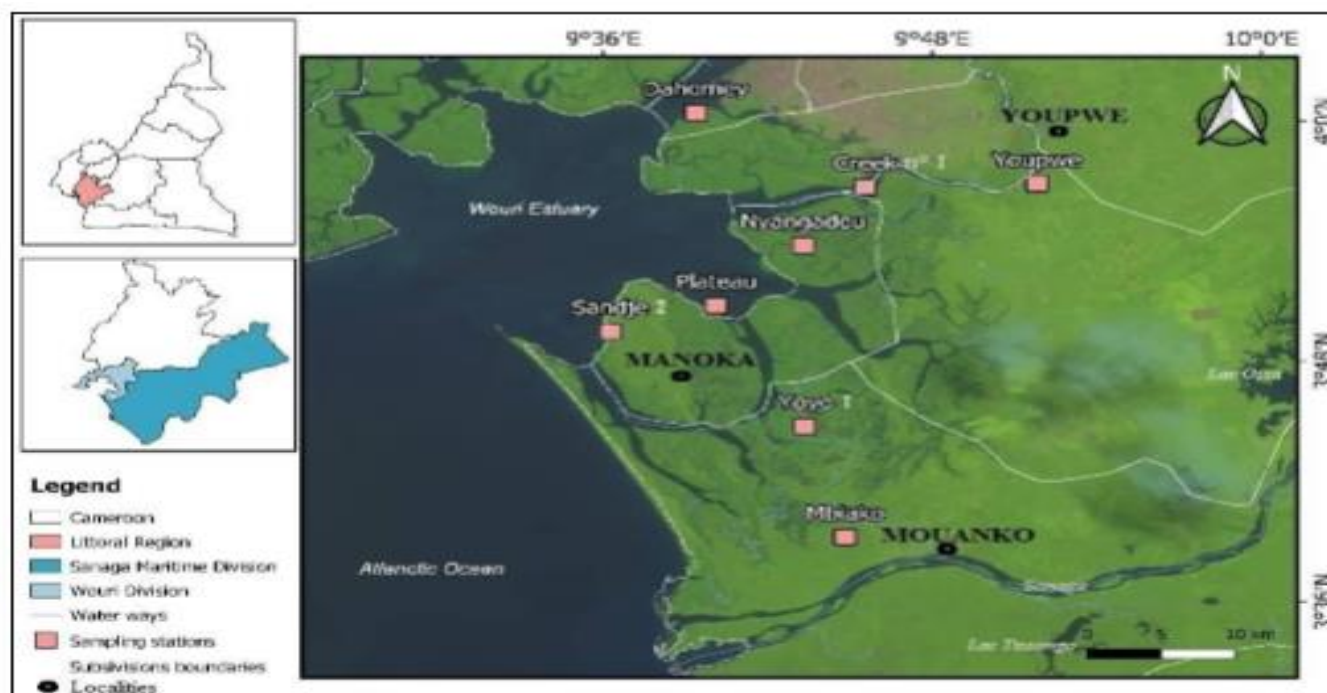


Fig. 1. Location of sampling points in Youpwé, Mouanko and Manoka [11]

2.2 CHARACTERIZATION OF ACTORS IN THE SMOKED FISH CHAIN IN THE LITTORAL REGION

The selection of interviewees was carried out with the aim of obtaining a representative sample of the population of the study area. The actors of the fish sector were chosen according to the profession exercised, which made it possible to retain fishermen, processors and fish traders. To this was added the availability of the actors: only individuals wishing to answer the questions were selected. During the survey in the different subdivisions, 260 actors were interviewed, including: 64 fishermen at the landing stages, 89 processors in the processing sites and 187 traders in various markets. A questionnaire including a socio-demographic section of the players in the sector was developed. To this end, the following information was collected: sex, age, nationality, level of study, year of experience of the actors.

2.3 DETERMINATION OF SMOKED FISH SPECIES AND NUMERICAL IMPORTANCE

The inventory of smoked fish was carried out according to this developed method [11]; [14]. Thus, the species and each individual of fish in different fishing camps were identified. Specific diversity parameters were taken in each fishing camp. For each inspection, the total number of smoked fish was estimated, as well as the total number per species. The total weight of smoked fish was estimated by baskets for each species group. Then, species identification was made *in situ* for some specimens using the identification keys [22]; [23]. For unidentified specimens *in situ*, in addition to local names recorded, a specimen is taken, preserved in 70% alcohol, and labeled for laboratory identification. Once in the laboratory, more careful observations were made. From processors and traders, the information collected concerned: local names of smoked species, harmful pests and different strategies for limiting post-storage losses of smoked fish.

2.4 INSPECTION OF STORAGE TOOLS AND COLLECTION IN VIVO OF SMOKED FISH

Along with the identification of smoked fish during the survey, the inspection of 20 storage tools per fishing location was carried out, making a total of 60. At the same time, any insects present in the structures inspected were collected, preserved in 70% alcohol, then identified in the laboratory. During this inspection, 75 collections *in vivo* of *Ethmalosa fimbriata* and 75 others of *Ilisha africana* showing no sign of initial infestation were taken there and brought back to the laboratory. In the laboratory, 100 g of each collection were weighed and put in observation.

2.5 IDENTIFICATION AND INVENTORY OF INSECT PESTS OF STORED SMOKED FISH

Once in the laboratory, 100 g of each collection were weighed and introduced into 1200 ml glass jars with ventilated lids and repeated 5 times. These collections were placed under observation for 60 days. Insects that emerged after this period were collected, identified and counted. This identification was made using the identification key for the beetle insect families and the insect identification catalogs of products stored in tropical regions [24]; [25].

2.6 MYCOLOGICAL ANALYSIS: ISOLATION AND IDENTIFICATION OF FUNGI

Fish samples were processed aseptically for fungal isolation according to the described procedure [26]. Samples of smoked fish (5g) were carefully crushed and introduced into an Erlenmeyer flask containing 10ml of sterile distilled water. After shaking, one milliliter of the suspension of smoked fish samples was inoculated onto the agar of Sabauroud Chloramphenicol Agar sterilized in a Chamberlain autoclave at 121° C for 15 min. Petri dishes were sealed with parafilm and then incubated at 25°C. Petri dishes were then examined daily for fungal growth for 5 days. Isolates were identified using macroscopic, microscopic morphologies by slide culture technique and lactophenol staining. The isolates obtained were compared with the identification key [27].

2.7 STATISTICAL ANALYSIS

Mean values were subjected to one-way Analysis of Variance followed by Duncan's Multiple Ranges test using SPSS (16.0) software.

3 RESULTS

3.1 CHARACTERISTICS OF ACTORS IN THE SMOKED FISH CHAIN IN THE LITTORAL REGION

The characteristics of the actors, namely fishermen, processors and traders, in the chain of smoked fish in the Littoral region vary according to the different districts (Tab. 1).

Tableau 1. *Sociodemographic characteristics of actors in the smoked fish chain in the localities of Manoka, Mouanko and Youpwé*

			Manoka	Mouanko	Youpwé
Actors	Fisherman	Male	42.19	35.94	21.88
		Female	0	0	0
	Transformers	Male	0	0	0
		Female	37.08	46.07	16.85
	Traders	Male	0	0	12.34
		Female	0	0	87.66
Age groups	[19-30]		28.09	28.36	20.56
	[31-40]		35.96	41.76	25.23
	[41-50]		21.35	17.91	44.86
	> 50		14.60	11.97	9.35
Nationality	Cameroonian		13.48	12.65	84.12
	Ghanaian		22.47	25.01	4.67
	Nigerian		64.05	62.34	11.21
Instruction levels	None		17.98	26.87	8.41
	Primary		53.93	49.25	25.23
	Secondary		22.47	17.91	57.01
	Superior		5.61	5.97	9.31
Years of experience	[1-5]		8.47	9.52	5.88
	[6-10]		15.26	19.05	14.71
	[11-15]		42.37	42.86	49.26
	> 15		33.90	28.57	30.15

It can be seen from Tab. 1 that the fishermen are all male and the processors are female in the study area. Women are helped by children at all levels of the transformation process. Traders are only present in the Douala II subdivision (Youpwé) and largely dominated by women (87.66%). Regarding the age of the respondents, it varies between 19 and 60 years. The most represented age group is the same in Manoka and Mouanko [31-40] with respectively 35.96% and 41.76%. On the other hand, in Youpwé, the [41-50] years is the most represented (44.86%). The age group > 50 years is the least represented in the three localities, namely in Manoka (14.60%), Mouanko (11.97%) and Youpwé (9.35%). Three nationalities are identified as the main players in the fish chain: Cameroonians, Nigerians and Ghanaians. Cameroonians are more represented in Youpwé (84.12 %) and very weakly in Manoka (13.48%) and Mouanko (12.65%). Nigerians are the major players in Manoka (64.05%) and Mouanko (62.34%) and finally followed by Ghanaians. The level of study of populations ranges from no level of study to higher in the three localities. The primary level is the most represented both in Manoka (53.93) and in Mouanko (49.25); on the other hand in Youpwé, it is the secondary (57.01). As for the experience of the actors, it appears from Tab. 1 that the majority of the actors have an experience between [11-15] years, which is 42.37% in Manoka, 42.86% in Mouanko and 49.26 % in Youpwé.

3.2 DIVERSITY OF SMOKED FISH AND THEIR NUMERICAL IMPORTANCE IN MANOKA, MOUANKO, YOUPWÉ LOCALITIES

33 species of fish are processed in the three subdivisions surveyed, belonging to 19 families: 7 species divided into 4 families in Manoka and Mouanko, 32 species divided into 20 families in Youpwé (Tab. 2).

Tableau 2. Diversity and frequency smoked fish in the localities of Youpwé, Mouanko and Manoka

Families (%)	Scientifical names	Common names	Manoka	Mouanko	Youpwé
Clupeidae (78.51%)	<i>Ethmamosa fimbriata</i> (Bowdich, 1825)	Ethmalose	67.2	66.5	42.0
	<i>Sardinella cameronensis</i> (Regan, 1917)	Sardines	5.3	7.2	1.1
	<i>Pellonula leonensis</i> (Boulenger, 1916)				
	<i>Alosa alosa</i> (Linnaeus, 1758)	Shad	4.8	5.1	2.8
	<i>Ilisha africana</i> (Bloch, 1795)	Razor	15.2	13.2	5.1
Scianidae (3,51%)	<i>Pseudolithus elongatus</i> (Bowdich, 1825)	Hunchback	2.2	1.4	5.4
	<i>Pseudolithus senegalensis</i> (Cuvier et Valenciennes, 1833)	Bar			1.5
Polynemidae (0.38%)	<i>Polydactylus quadrifilis</i> (Cuvier et Valenciennes, 1829)	Fat Captain			1.1
	<i>Galeoides decadactylus</i> (Bloch, 1795)	Little captain			
Cynoglossidae (1.07%)	<i>Cynoglossus senegalensis</i> (Kaup, 1858)	The sun			3.2
	<i>Cynoglossus browni</i> (Chabanaud, 1949)				
Lutjanidae (1.27%)	<i>Lutjanus eutactus</i> (Bloch, 1790)	Carp	1.4	1.3	1.1
Carangidae (0.57%)	<i>Caranx hippos</i> (Linnaeus, 1766)	Trevally			0.4
	<i>Caranx senegallus</i> (Cuvier, 1832)				
	<i>Trachinotus teraia</i> (Cuvier and Valenciennes, 1832)				1.3
Ariidae (1.4%)	<i>Arius heudelot</i> (Cuvier and Valenciennes)	Machoirion			6.1
Bagridae (0.9%)	<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i> (Lacepède, 1803)				
Haemulidae (0.50%)	<i>Plectorhinchus macrolepis</i> (Boulenger, 1801)	Sea bream			1.5
	<i>Pomadasys jubelini</i> (Cuvier, 1830)	Grey sea bream			
Monodactylidae (0.37%)	<i>Psettias sebae</i> (Cuvier, 1829)	Elongated Disc 1			1.1
	<i>Drepane africana</i> (Cuvier, 1829)				
Gadidae (0.33%)	<i>Gadus morhua</i> (Linnaeus, 1758)	Cod*			1.0
Mugilidae (1.60%)	<i>Mugil cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	Mullet			4.8
	<i>Mugil auratus</i> (Risso, 1810)				
Rajidae (1.13%)	<i>Raja africana</i> (Capape, 1977)	Line			3.4
Scombridae (0.78%)	<i>Scomber scombrus</i> (Linnaeus, 1758)	mackerel*			1.2
	<i>Euthynnus alletteratus</i> (Linnaeus, 1758)	Tuna			1.1
Cichlidae (0.47%)	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	Nile Tilapia			1.4
Serranidae (0.44%)	<i>Epinephelus spp</i> (Bloch, 1793)	Grouper			1.3
Sphyraenidae (1.78%)	<i>Sphyraena piscatorum</i> (Cadenat, 1964)	Pike			5.3
Tetraodontidae (0.03%)	<i>Ephippion guttifer</i> (Bennett, 1831)	Tetrodon			0.1
Trichiuridae (4.73%)	<i>Trichiurus lepturus</i> (Linnaeus, 1758)	Belt	3.9	5.3	5.0
Charcharinidae (0.50%)	<i>Carcharhinus leucas</i> (Müller and Henle, 1839)	Shark			1.5

* Species caught outside Cameroonian coasts

The most diversified family in the 3 localities is that of the Clupeidae (78.51%): *E. fimbriata* (58.57%), *I. africana* (11.17%), *Sardinella cameronensis* and *Pellonula leonensis* (4.53%), *Alosa alosa* (4.23%). Tetraodontidae (0.03%) is the least abundant family with *Ephippion guttifer*. The most processed/sold fish at the Youpwé market are *E. fimbriata*, *Arius heudeloti*, *Pseudolithus elongatus* with a respective percentage of 42.0 %; 6.1 %; 5.4 %. While in Manoka, these are *E. fimbriata* at 67.2%, *I. africana* at 15.2%, *S. cameronensis* at 5.3%. Similarly in Mouanko, these three species are the most representative, *E. fimbriata* (66.5%), *I. africana* (13.2%) and *S. cameronensis* (7.2%).

3.3 BIOTIC CONSTRAINTS RELATED TO STORAGE

Four biotic factors: Insects, Mold, Mite and Rodents, unequally distributed, are recognized by the populations of the different localities as detrimental to the success of the storage of smoked fish (Fig. 2). Insects are the main pests identified in storage structures, Manoka (70.37%), Mouanko (64.62%), Youpwé (45.12%). In Manoka and Mouanko Youpwé, Molds were recorded at 16 % (Fig. 2A, 2B), while in Youpwé, they were 42% (Fig. 2C). Mites and rodents were poorly represented in the 3 surveyed localities.

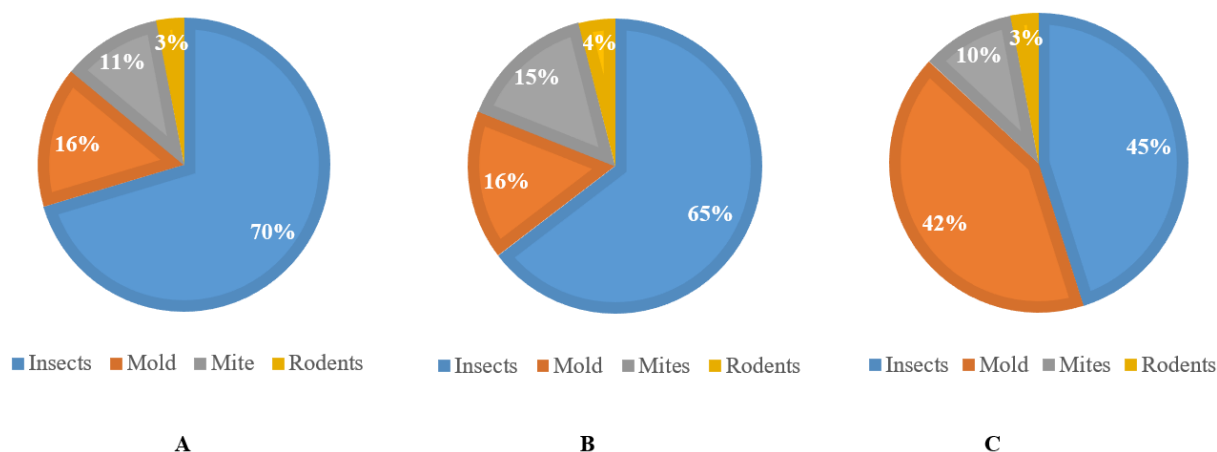


Fig. 2. Frequencies of the different biotic agents mentioned by the populations of A: Manoka, B: Mouanko, C: Youpwé

3.4 NATURAL INFESTATION OF *ETHMALOSA FIMBRIATA* AND *ILISHA AFRICANA* COLLECTIONS

The natural infestation of the different collections depends on the localities and the species of smoked fish (Fig. 3). *E. fimbriata* is the least affected collection with 39% in Manoka and 43% in Mouanko (Fig. 3A, 3B). A similar infestation of 50% was recorded for *I. africana* and *E. fimbriata* in Youpwé (Fig. 3C). *I. africana* has the highest infestation rate in Manoka (61%) and Mouanko (57%) (Fig. 3A, 3B).

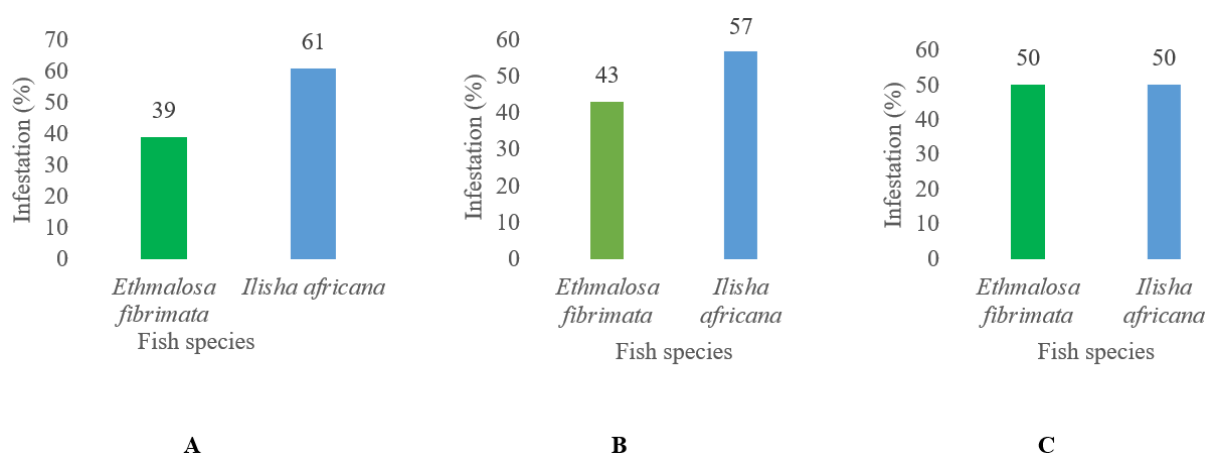


Fig. 3. Natural infestation rate of the two fish species brought from: A Manoka, B: Mouanko and C: Youpwé

3.5 DIVERSITY OF PESTS ASSOCIATED WITH *ETHMALOSA FIMBRIATA* AND *ILISHA AFRICANA* COLLECTIONS

From the collections brought back from the field and permanently monitored in the laboratory, it appears that insects, molds and mites emerged both on *E. fimbriata* and on *I. africana* in the localities of Manoka, Mouanko and Youpwé (Tab. 3, 4; Fig. 4).

Tableau 3. Macroscopic and microscopic structures of mold species isolated from *Ethmalosa fimbriata* and *Ilisha africana*

	Macroscopic appearance	Microscopic appearance
<i>Aspergillus flavus</i>	Bright, yellow-green, uniform colonies with whitish aerial hyphae and a white border, and a milky pale yellow underside	Hyaline septate hyphae with long, rough conidiophores bearing globose vesicles containing uniseriatephialides covering the entire vesicle
<i>Aspergillus niger</i>	Black colonies on the front and cottony white and on the back the color is pale yellow. Rapid growth and the shape is round	Mycelium not septate, the head bears many conidiophores, phialides formed on the vesicle.
<i>Aspergillus terreus</i>	Fluffy to powdery colonies, yellow to orange brown, a white border, and a milky yellow underside, fast growing	Non-septate mycelium, smooth conidiospore, globose vesicle, biseriatespergillus head, phialides borne by inserted metules
<i>Aspergillus sp</i>	Lightly powdery brown colony, whitish at the circumference, and a brown underside	Unseptate mycelium, globose conidiophores, uniseriatephialides
<i>Penicillium sp</i>	Powdery, green on the back with concentric whitish alternations on the back more pronounced on the periphery of the Petri dish, flat, concentric, with a creamy consistency uniform, fast and concentric growth	Septate or septate, narrow, penicil branched like a brush by metulae, of medium diameter with hyaline wall; biverticillate and symmetrical phialides present, conidiospores crowned on the phialides; single-celled and small in size with dots in the center; chain arrangement.
<i>Rhizopus stolonifer</i>	Cottony, white on the surface and black-brown when ripe, with black dots on the raised mycelium on the underside, uniform.	Non-septate or coenocytic, large, very large sporocystophore terminating in a bouquet of 3 sporangia presenting at the base the rhizoids; presence of a stolon to which the rhizoids are branched; unicellular and rounded; cluster arrangement.

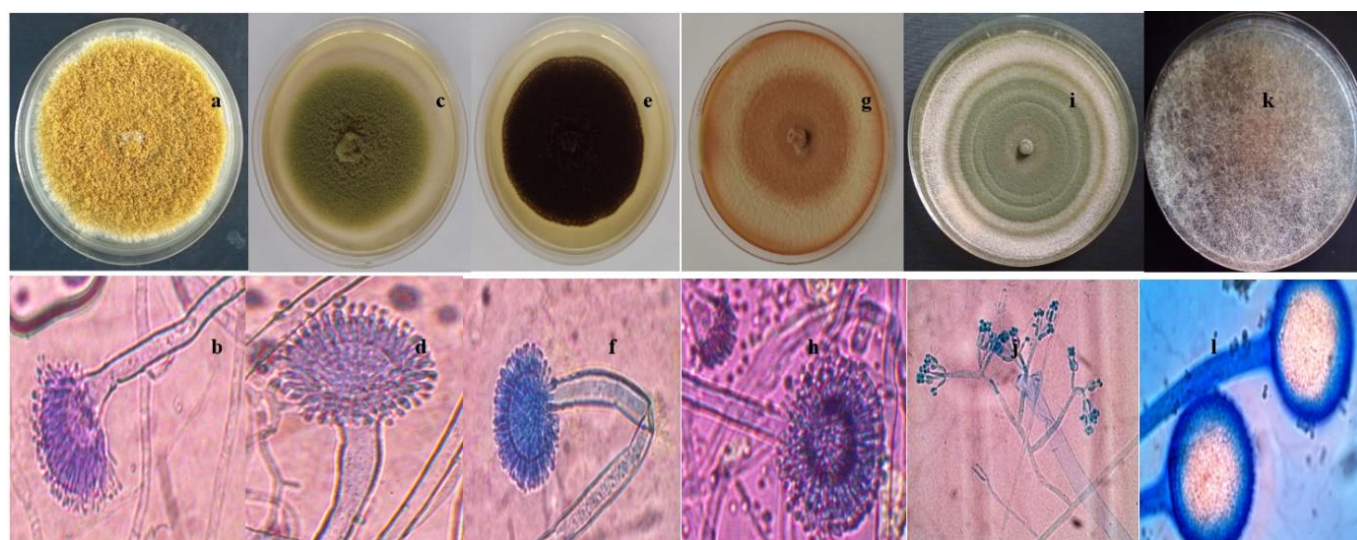


Fig. 4. Pure cultures and relative conidia of champignons a and b: *Aspergillus terreus*, c and d: *Aspergillus flavus*, e and f: *Aspergillus niger*, g and h: *Aspergillus sp*, i and j: *Penicillium sp*, k and l: *Rhizopus stolonifera*

The importance of pests associated with the collections of *E. fimbriata* and *I. africana* was assessed during storage at Manoka, Mouanko and Youpwé (Tab. 4). It was determined by the number of pest species emerged per smoked fish. 280.8 pests are associated with the deterioration of *E. fimbriata* and *I. africana* fish, in the localities of Manoka (77.7), Mouanko (80.3), Youpwé (122.8). The collections of *E. fimbriata* (15) and *I. africana* (15), taken from processors and traders were infested by insect pests, mites and moulds. Insects are more abundant on fish. Indeed, *N. rufipes* is very abundant on *E. fimbriata* (56.0), *I. africana* (64.0). *D. maculatus* attacks fish very weakly with *E. fimbriata* (1.0) and *I. africana* (2.2). Apparently healthy fish brought from Youpwé were found to be more infested than those from Manoka and Mouanko. *Lardoglyphus sp* infested *E. fimbriata* and *I. africana* very weakly.

Six fungal isolates with different colony morphology were isolated from the smoked fish (Fig. 4). So three fungal genera, the most dominant was *Aspergillus* in all localities. *A. flavus* is the most isolated mold on smoked fish in all localities with 26.3 on *E. fimbriata* and 24.0 on *I. africana*. *Penicillium sp* is the least abundant on the 2 species, *E. fimbriata* (1.4), *I. africana* (5.4). *A. niger*, *A. flavus*, *A. terreus*, *Aspergillus sp*, *Penicillium sp*, *R. stolonifer* were isolated from fish from the 3 localities. From the collections of Youpwé, the 6 molds were isolated, on the other hand in Manoka and Mouanka, *Penicillium sp* and *R. stolonifer* are absent.

The ANOVA showed a significant difference between the number of *N. rufipes* ($F(120; 29) = 4.611^*$, $P \leq 0.05$) of the 2 fish species, while *D. maculatus* is not significant ($F(120; 29) = 0.943_{ns}$, $P \leq 0.05$). Similarly, the ANOVA showed a significant difference between the number of *A. flavus* ($F(120; 29) = 3.045^*$, $P \leq 0.05$), the number of *A. niger* ($F(120; 29) = 5.703^*$, $P \leq 0.05$), the number of *Aspergillus sp* ($F(120; 29) = 3.389^*$, $P \leq 0.05$), the number of *R. stolonifer* ($F(120; 29) = 20.366^{**}$, $P \leq 0.05$), the number of *Penicillium sp* ($F(120; 29) = 17.583^{**}$, $P \leq 0.05$), the number of *A. terreus* ($F(120; 29) = 11.387^{**}$, $P \leq 0.05$) of *E. fimbriata* and *I. africana*.

3.6 PRESERVATION METHODS DURING STORAGE

To limit the action of biotic agents in the deterioration of smoked fish, populations resort to physical control (re-smoking and refrigeration) and biological control (garlic, salt and dry red pepper) in varying proportions according to localities (Fig. 5). The most practiced physical control in the localities of Manoka (95%) and Mouanko (89%) consists in smoking fish (Fig. 5A, 5B). In Youpwé, the main control method practiced is biological with the use of spices such as dry red peppers (41%) and garlic (23%); physical control consists of re-smoking (23%), dry salting (8%) and refrigeration (5%) (Fig. 5C).

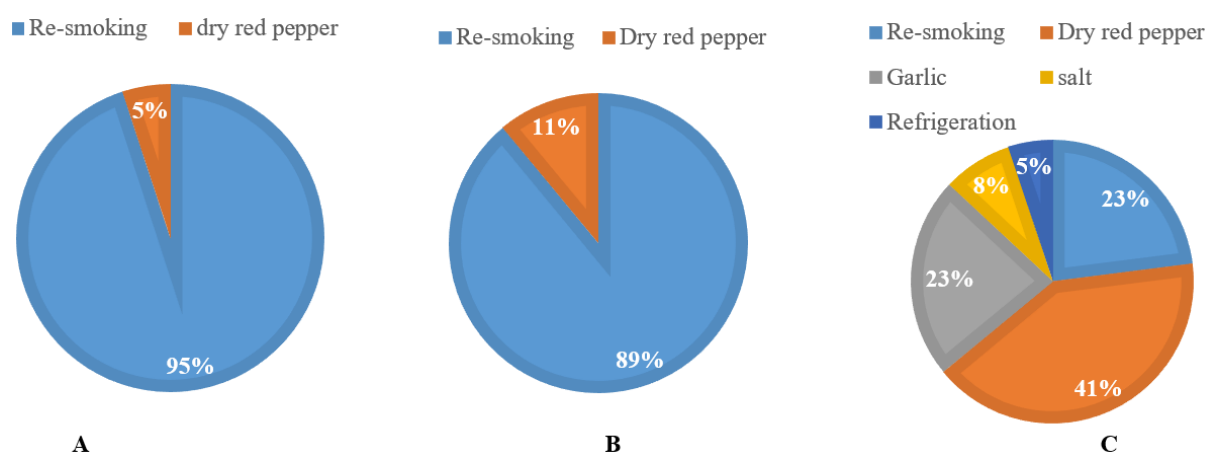


Fig. 5. Distribution of smoked fish pest control means in the different localities: A: Manoka, B: Mouanko, C: Youpwé

Tableau 4. Diversity of pests associated with collections of *Ethmalosa fimbriata* and *Ilisha africana* during storage at Manoka, Mouanko and Youpwé

		<i>N. rufipes</i>		<i>D. maculatus</i>		<i>Laridoglyphus</i> sp		<i>A. flavus</i>		<i>A. niger</i>		<i>A. terreus</i>		<i>Aspergillus</i> sp		<i>Penicillium</i> sp		<i>R. stolonifer</i>		Total
		<i>E. fimbriata</i>	<i>I. africana</i>	<i>E. fimbriata</i>	<i>I. africana</i>	<i>E. fimbriata</i>	<i>I. africana</i>	<i>E. fimbriata</i>	<i>I. africana</i>	<i>E. fimbriata</i>	<i>I. africana</i>	<i>E. fimbriata</i>	<i>I. africana</i>	<i>E. fimbriata</i>	<i>I. africana</i>	<i>E. fimbriata</i>	<i>I. africana</i>	<i>E. fimbriata</i>	<i>I. africana</i>	
Manoka	Dahomey	2.0±1.6 ^a	1.2±0.8 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	1.0±0.0 ^d	0.8±0.4 ^c	1.4±0.5 ^a	2.20±1.7 ^c	0.6±0.5 ^a	0.0±0.0 ^a	1.0±0.0 ^c	0.0±0.0 ^a	1.0±0.0 ^b	0.6±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	04/07
	Plateau	3.2±1.9 ^a	3.2±0.8 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	1.0±0.0 ^d	0.0±0.0 ^a	1.0±0.9 ^a	3.4±1.1 ^b	0.0±0.0 ^a	1.0±0.7 ^b	2.2±0.8 ^a	1.0±0.7 ^c	0.0±0.0 ^a	1.6±0.8 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	05/04
	Nyangadou	2.2±1.9 ^a	5.0±1.5 ^e	0.0±0.0 ^a	0.2±0.1 ^a	1.0±0.0 ^d	0.6±0.5 ^b	2.9±1.3 ^a	0.8±0.5 ^a	1.6±1.1 ^b	1.4±0.5 ^d	0.2±0.0 ^a	1.4±0.5 ^d	0.4±0.2 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	06/06
	Kwandi	1.8±0.8 ^a	2.8±1.9 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	1.0±0.0 ^d	1.0±0.0 ^d	1.2±0.9 ^a	1.8±0.8 ^a	1.0±1.1 ^b	1.6±0.9 ^a	0.6±0.5 ^a	0.0±0.0 ^a	0.2±0.0 ^a	1.4±1.1 ^d	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	1.4±0.5 ^c	06/06
	Creekn 1	1.8±0.9 ^a	4.2±1.9 ^b	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	1.0±0.0 ^d	0.4±0.5 ^b	2.2±1.3 ^c	0.4±0.2 ^a	0.8±0.4 ^a	0.2±0.1 ^a	0.6±0.4 ^a	0.0±0.0 ^a	1.0±0.7 ^b	0.6±0.5 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	1.6±0.0 ^d	06/07
Mouanko	Laskobo	3.4±0.9 ^a	4.6±1.6 ^d	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	0.8±0.4 ^c	1.0±0.0 ^d	1.4±0.9 ^a	0.8±0.5 ^a	0.6±0.5 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	0.4±0.1 ^a	1.4±0.5 ^d	1.1±0.5 ^d	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	1.0±0.0 ^b	0.0±0.0 ^a	06/05
	Lorenz	1.2±0.8 ^a	3.2±1.3 ^a	0.0±0.0 ^a	0.4±0.1 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	2.2±1.0 ^f	0.8±0.4 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	0.6±0.5 ^a	0.2±0.0 ^a	1.2±1.0 ^f	0.6±0.5 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	1.8±0.8 ^e	0.0±0.0 ^a	05/06
	Kasalafan	3.8±1.5 ^a	4.2±0.8 ^b	0.0±0.0 ^a	0.6±0.0 ^a	0.6±0.0 ^b	0.0±0.0 ^a	1.0±0.8 ^a	1.4±0.5 ^a	1.4±0.5 ^d	1.4±0.5 ^d	1.6±0.5 ^e	0.0±0.0 ^a	0.4±0.3 ^a	0.6±0.4 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	1.0±0.0 ^d	0.0±0.0 ^a	05/07
	Côte d'Ivoire	4.4±1.1 ^c	2.4±2.0 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	1.0±0.0 ^d	0.0±0.0 ^a	2.2±1.3 ^c	1.0±0.0	1.0±0.0	1.6±0.5 ^e	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	1.0±0.0 ^b	0.8±0.4 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	1.6±0.5 ^d	0.0±0.0 ^a	06/04
	Yoyo 2	4.0±1.6 ^b	4.20±1.3 ^b	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	1.0±0.0 ^d	1.0±0.0 ^d	2.0±0.7 ^b	1.0±0.7 ^a	0.0±0.0 ^a	1.4±0.5 ^d	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	1.2±0.8 ^c	0.6±0.5 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	0.2±0.1 ^a	0.0±0.0 ^a	05/05
Youpwé	Tyo1	4.2±1.4 ^b	7.0±1.2 ^h	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	1.0±0.0 ^d	1.0±0.0 ^d	0.6±0.5 ^a	1.6±0.9 ^a	1.20±0.8 ^c	0.6±0.5 ^a	1.4±0.5 ^d	0.0±0.0 ^a	0.4±0.0 ^a	1.6±0.8 ^a	0.0±0.0 ^a	1.6±1.1 ^c	0.0±0.0 ^a	0.8±0.4 ^a	06/07
	Tyo2	6.6±2.3 ^b	7.2±1.6 ⁱ	1.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	1.0±0.0 ^d	0.8±0.4 ^c	1.6±0.8 ^a	3.2±1.9 ^f	0.6±0.4 ^a	0.0±0.0 ^a	1.4±0.5 ^d	1.4±0.5 ^d	0.2±0.1 ^a	1.4±0.4 ^d	0.0±0.0 ^a	1.2±0.4 ^b	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	06/07
	Tyo3	4.6±2.7 ^a	4.2±3.0 ^b	0.0±0.0 ^a	0.6±0.2 ^a	1.0±0.0 ^d	0.6±0.5 ^b	2.6±1.1 ^d	1.2±0.4 ^a	1.0±0.7 ^b	0.6±0.5 ^a	1.4±0.5 ^d	1.0±0.4 ^c	0.8±0.4 ^a	1.0±0.5 ^b	0.0±0.0 ^a	1.4±0.5 ^b	1.2±0.8 ^b	0.0±0.0 ^a	07/08
	Tyo4	6.4±2.1 ^f	6.0±1.6 ^e	0.0±0.0 ^a	0.4±0.3 ^a	1.0±0.0 ^d	1.0±0.0 ^d	1.4±0.5 ^a	2.2±0.4 ^c	1.8±0.4 ^f	0.6±0.4 ^a	0.8±0.4 ^b	0.2±0.1 ^a	0.0±0.0 ^a	1.4±0.8 ^d	0.0±0.0 ^a	1.2±0.8 ^b	1.2±0.4 ^b	0.0±0.0 ^a	08/08
	Tyo5	6.4±2.4 ^f	4.6±2.9 ^d	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	1.0±0.0 ^d	1.0±0.0 ^d	2.6±1.5 ^d	2.2±0.8 ^c	0.4±0.3 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	1.6±0.5 ^e	1.2±0.0 ^c	1.4±0.5 ^b	0.0±0.0 ^a	1.0±0.0 ^b	0.0±0.0 ^a	05/07
Totals		56.0	64.0	1.0	2.2	13.4	9.2	9.2	24.0	12.0	10.4	11.8	5.6	10.8	14.5	1.4	5.4	9.0	3.8	08/08
F (120; 29)		4.611*		0.943ns		11.881**		3.045*		5.703*		11.881**		3.389*		17.583**		20.366**		

In two consecutive lines, the values followed by the same letter are not significantly different, $P \leq 0.05$.

Tyo 1 to TYo 5: Transformer of neighborhoods 1 to 5 of Youpwé

4 DISCUSSION

Fish smoking is a very important activity in the Littoral region of Cameroon and the demand for smoked fish continues to grow. However, the storage conditions can affect its quality, it is important to carry out a socio-sanitary analysis of the smoked fish stored. The gender disparity in activities (Tab. 1) could be explained by the emphasis placed on labor and the physical effort provided which, in fishing activities, thereby limiting women to processing and selling. Indeed, the involvement of women in these activities allows them to avoid idleness and to obtain foreign currency to make them more active in the management of household expenses. Studies done in Benin, Ivory Coast and Cameroon have reported that all fish processors are women and fishermen are men [28]; [29]; [30]. The majority of people are between 19 and 50 years old. This implies that the profession is dominated by very active individuals who have strength and experience. Similar results for people aged 20 to 50 were obtained in Benin [31]. The various actors in the sector in the camps of Mouanko and Manoka were foreigners, in particular of Nigerian and Ghanaian nationalities, unlike Youpwé where trade and processing is strongly dominated by Cameroonian. This will be due to the fact that the Mouanko and Manoka camps are mostly inhabited by these foreign populations and also by their mastery of shad fishing, which is therefore the most predominant; then the transmission of the practices of the sector from generation to generation. A socio-economic and technological study of the production of fermented and dried fish (Guedj) in Senegal, found that only 10% of fish processors were foreigners [32]. This difference could be due to the fact that the majority of fishermen in Cameroon are foreigners, unlike in Senegal, where locals dominate the sector. Many actors have a primary level education. This is also seen in the south-west region of Cameroon, where processors have at least a primary education [30]. This is not the case in all countries, the sector is characterized by high levels of illiteracy 85%, 89% and 95%, respectively [33]; [34]. These results may be due to the Muslim culture of these countries, which may prevent women from going to school. The actors, whatever the locality, have an experience in the activity of 11 to 15 above 41%. The study on the socio-sanitary analysis of fish smoking in Abidjan (Ivory Coast) indicates that in the commune of Abobo, 30% of women had been in the business of selling smoked fish for less than 10 years; 37% of women and 3% of men had between 10 to 20 years of seniority in the profession and 30% of women had practiced this profession for more than 20 years [29].

The great fish diversity observed in the maritime coastal areas (Youpwé, Manoka and Mouanko) (Tab. 2) could be explained by the watershed, the fishing period, the ecology, the reproduction cycle and the collection method. On the other hand, a study carried out on the processing methods, conservation practices and quality attributes of smoked and smoked-dried fish consumed in Benin, and showed

that 32 species of fish were used for the production of smoked fish, the most smoked of which were *S. scombrus* (71%), followed by *Trachurus trachurus* (62.1%) and *E. fimbriata* (12.1%). This could be explained by the types of fish used for the production of smoked fish included fresh fish caught in local water (33.1%) and imported frozen fish (66.9%) [31].

The high rate of infestations by insect pests and molds observed in the different collections of smoked fish (Fig. 2, 3) can be explained by the fact that the actors in the processing and marketing chain use smoking techniques and unsuitable storage tools due to the high cost of smoking techniques and archaic storage tools (Mouanko) or difficult living conditions (Manoka). At all stages of the food system, quantitative and qualitative losses are possible for many reasons: bacteria, yeasts, mites, molds, insects and rodents can degrade products during harvesting, storage, transport and due to defective or unsuitable packaging; temperature, light, oxygen, humidity, drought, natural enzymes are factors that destroy the quality and shelf life of products throughout the food chain; and that beyond biological and physical factors, the state of equipment, road and storage infrastructure, the economic context, hygiene standards and finally the modern lifestyles of households lead to losses [35]. Similarly, these results go in the same direction as those obtained on the storage of smoked and/or dried fish in Madagascar; indeed, they had shown that the infestation could be due to insect pests, molds and poor storage conditions [12]. Natural enzymes are destructive factors for the quality and shelf life of products throughout the food chain; and that beyond biological and physical factors, the state of equipment, road and storage infrastructure, the economic context, hygiene standards and finally the modern lifestyles of households lead to losses.

The great variability of the biotic factors indexed by the populations of Manoka, Mouanko, Youpwé, and emerged from the collections from the field (Fig 4; Tab. 3, 4) would betray the low success of smoking and storing smoked fish in the different localities in the region. Indeed, the storage is successful if at its end, the stored food does not show any qualitative and quantitative depreciation. These infestations are the result of improper treatment or improper storage (Fig. 2, 3). This could be explained by the archaic artisanal processing techniques used by processors as well as poor transport conditions and unsuitable storage tools. Indeed, the presence of mites and beetles has been reported on sun-dried sardines (Dagaa) from Lake Victoria [36]. While in Akwa Ibom State in Nigeria, the fish species: *Clarias gariepinus*, *Tilapia zilli*, *E. fimbriata*, *Gadus morhua* and *Heterotis niloticus* are infested by Insects and Molds [15]. Pest infestations for dried fish from sub-Saharan countries are due to unhygienic processing technique, poor storage facilities, transportation and handling during marketing [12].

The pests from the collections belong to three families of insect pests and two orders: Dermestidae, Cleridae (Coleoptera) and Calliphoridae (Diptera), Mites and Molds (Tab. 3, Fig. 3, 4). Beetles (*Necrobia*, *Dermestes*) are the main insect pests of smoked fish stocks in the three localities (Tab. 4). Indeed, *N. rufipes* is predominant compared to *D. maculatus*, this would be linked to the high salt content of sea fish. The accidental presence of *D. maculatus* would be explained by the presence of fishes living both fresh and sea water. The number of smoked fish insects is higher in Youpwé than in Manoka and Mouanko, this could be directly related to the storage time of the fish, because fish sellers buy smoked fish in bulk and do not buy new stock until the old stock is completely eliminated. This result can also be explained by the quality of the fish caught, the equipment used for smoking, storage conditions, transport and the sometimes unhealthy sales environment. This result could be explained by the fact that the species *D. maculatus* is particularly fond of smoked freshwater fish. Insect infestation is the cause of significant losses in quantity and quality of stored, smoked or dried fish in Nigeria. These losses result in the physical disintegration of the stored smoked fish leading to economic losses [20]. This observation corroborates the results of the actors, who reported that long storage periods gave insects more time to reproduce and consume the fish [37]. Infestations of smoked fish by *Dermestes* spp and *N. rufipes* are generally associated with *Lardoglyphus* sp, *Calliphora* sp and fungi [16].

The observation of fungal contamination mainly highlights six filamentous smoked fish fungi, distributed differently in the localities surveyed (Tab. 3, 4, Fig. 3). This would be due to the environmental conditions that contribute to fungal growth that are a hot and humid climate, a water content of 16% and more, favorable characteristics of the substrate. The fungi isolated in this study are all opportunistic pathogens of medical and veterinary importance. The presence for example of certain species of *Aspergillus*, *Penicillium*, in foods as contaminants increases the risk of production of mycotoxins which could induce gastrointestinal and metabolic disorders when contaminated foods such as smoked fish are consumed. 25 species of fungi were found on dried fish products at the market in Zhanjiang China [38]. This result could be due to the fact that the fish were sun-dried and the number of fish (7) used for fungal isolation. Previous studies have shown that fungal contamination of sun-dried fish can be region-specific with *Saccharomyces* sp., *Mucor* sp., *Rhodotorula* sp., *Schizosaccharomyces* sp., *Acremonium* sp., *Rhizopus* sp., *Absidia* sp., *Aureobasidium* sp., *Trichoderma* sp., *Cladosporium* sp., *Alternaria* sp. and *Candida* sp. isolation in different regions [19].

However, to solve these storage problems, different treatments are applied by the actors (Fig. 5). In Manoka and Mouanko, the great use of smoking would be due to the availability of firewood, and the most used storage tool, which is the rack. On the other hand, in Youpwé, dry red pepper is used more because it is more available and easier to disseminate in the box, refrigeration and smoking are used for smoked fish that have not lost enough water during the smoking process. Fish smoked at 10-15% moisture content had a shelf life of 3-9 months when properly stored. The study in Nigeria showed that (94.9%) of Warri – South LGA preserved their smoked fish by re-smoking, 5.1% used freezing [13]. This contradicts results that reported the predominant use of synthetic insecticides 60% and waste vehicle oil 25%, peanut oil 15% [39]. To avoid the invasion of predators (87.5%) of the traders surveyed re-dry the smoked/dried fish

under mild heat treatment while some traders expose the product to sun drying (37.5%) [40]. Of the smoke-dried fish traders who mentioned insect attack, 55.5% and 11.1% used insecticide and chili pepper respectively during storage. Many researchers have suggested the use of plants as an alternative to the use of toxic materials such as carrier oil and synthetic chemicals for the protection of dried fish [18]; [19]; [33].

5 CONCLUSION

Smoked fish is consumed by a large population around the world due to its nutrient content. This study revealed that only women are involved in fish processing. The processors and traders were of Cameroonian, Ghanaian and Nigerian nationality, mostly had a primary education, a great experience of 11 to 15 years. Among the 33 inventoried species, *E. fimbriata* and *I. africana* are the most smoked species. The rate of infestation depends on the species of fish and their locality of origin. The main insect pest of stored smoked fish is *N. rufipes*. To prevent the action of these pests, the players resort to physical control (smoking and refrigeration) and biological control (dry red pepper, garlic, dry salting).

COMPETING INTERESTS

The authors declare that they have no competing interests.

AKNOWLEDGMENTS

Authors are grateful to the National Veterinary Laboratory of Douala and all those who contributed to the elaboration of this work.

REFERENCES

- [1] A. Balić, D. Vlašić, K. Žužul, B. Marinović, and Z. Mokos, «Omega-3 versus omega-6 polyunsaturated fatty acids in the prevention and treatment of inflammatory skin diseases», *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 21, no. 3, pp.741-767, 2020.
- [2] K. Manz, M. Ndomou, M. Njinkoue, F. Tchoumboungang, M. Milong, D. Djimbie, O. Soh, M. Nchoutpouen, R. Foumedzo, and I. Gouado, «Antihyperlipidemic potential of oil extracted from *Ilisha africana* on rats», *Scientific African*, pp.1-5, 2020.
- [3] M. Nchoutpouen, M. Ndomou, C. Manz, M. Milong, R.A. Dama, R.P.N. Ndombol, V. Nsoga, C. Ngotang, M.T. Youogo, M.J. Peyieno, E. Ngock and F. Tchoumboungang, «Hylipidemic effects of *Ethmalosa fimbriata* fish extract oil in dyslipidemic rats», *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 14 no. 6, pp. 2193-2203, 2020.
- [4] A. M. Atallah, and F. H. Faryal, «Study of the Healthy Effects of Different Fat Ratios Mixtures of Omega-3 to Omega-6 in Male Mice with Alloxan-Induced Diabetes», *Tikrit Journal for Agricultural Sciences*, Vol. 21 no.4, pp.129-138, 2021.
- [5] S. P.N. Meke, and N. P. A. Tabet, «Enhancing SMEs Organization in Small Scale Fishing Communities as A Tool for a Better Contribution to Cameroon's Economy», *Scholars Journal of Economics, Business and Management*, Vol. 7 no.11, pp. 386-399, 2020.
- [6] FAO, The global situation of fisheries and aquaculture. The sustainability in action. Rome, 2022.
- [7] Institut National de la Statistique (INS), *Annuaire Statistique du Cameroun*, Chapitre 14: Elevage et Pêche, pp.209-219, 2020.
- [8] S.A.O. Adeyeye, «Traditional fish processing in Nigeria: a critical review», *Nutrition&Food Science*, Vol. 46, no. 3, pp. 321-335, 2016.
- [9] M. H. M. Assogba, S. G. Ahounou, G. A. Bonou, C. F. A. Salifou, M. Dahouda, A. Chikou, S. Farougou, and A. K. I. Youssao, «Qualité de la Chair des Poissons: Facteurs de Variations et Impacts des Procédés de Transformation et de Conservation», *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, Vol.10 no.2, pp. 333-358, 2018.
- [10] J. V. F. Nsoga, M. C. S. Milong, N. M. Nchoutpouen, K. J. C. Manz, M. N. Ekwalla, S. R. Tuem, F. Tchoumboungang, and M. Ndomou, «Characterization of Smoking Activity and Perception of Smoked Fish by Households in the City of Douala (Cameroon)», *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, Vol.10 no.6, pp. 159-166, 2021.
- [11] B. R. Tamgno, P. J. Chegue, F. Tchoumboungang, and T. L. Ngamo, «Evaluation of factors of loss on stocks of smoked fish in three subdivisions of the Cameroon maritime coastal zone in Littoral region», *Journal of Entomology and Zoology Studies*, Vol. 9, no.3, pp. 37-44, 2021.
- [12] E. N. Ndrianaivo, J. Cornet, M. Cardi, L. Razanamparany, and J. Berge, «Stocking of smoked and or dried fish: the case of Malagasy *Oreochromis niloticus* »Fish asaly«, *African Science*, Vol. 12, no. 2, pp. 254-265, 2016.
- [13] K. Omoruyi, and E. Ogboje, «Comparative analyses of fish processing, marketing and distribution in Warri-South and sapele local government areas of Delta state, Nigeria», *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, Vol. 4, no. 6, pp. 425-433, 2016.
- [14] B. R. Tamgno, N. H. Tekou, T. N. Nyamsi, M. Mouamfon, and T. L. Ngamo, «Insect pests of smoked fish during storage and damage caused in the northern loop of the Dja Biosphere Reserve (East Cameroon)», *International Journal of Chemical and Biology Sciences*, Vol. 14, no.2, pp.528-538, 2020.

- [15] E. O. Ayotunde, F.B. Ada, G. N. Udeh, and V. O. Out, «Weevils and fungi infestation of dried fish: A case study of Uyo local government area, Akwalbom state, Nigeria», *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, Vol. 4, no.4, pp.359-367, 2016.
- [16] M. S. Singh, B. Ravikant, A. Abdul, P. Subir, C. Bhagchand, and K. Narinder, «Insect infestation in dried fishes», *Journal of Entomology and Zoology Studies*, Vol.6, no.2, 2720-2725, 2018.
- [17] H.O.O. Jackson, and V. O. O. Ayub, «Effect of Salting on Houseflies (*Musca domestica*) and Beetles (*Necrobia rufipes* and *Dermestes maculatus*) Infestation of Fish from Lake Victoria, Kenya», *International Journal of Research in Pure and Applied Microbiology*, Vol. 3, no.1, pp. 30-35, 2013.
- [18] Peyieno, Antifungal potential of essential oils and emulsion of *Petroselinum hortense* and *Ocimum gratissimum*, against *Aspergillus flavus* agent associated with the deterioration of *Ilisha africana* (Bloch, 1795). Memoire. University of Douala, 95 p, 2020.
- [19] D. N. Nganou, E. S. Tchinda, A. T. Sokamte, F. K. Ngoualem, S. F. Nodem, M. T. Beumo, and N. L. Tatsadjieu, «Mycotoxins Content of Smoked Fishes Sampled on Market Stalls of Ngaoundere and Antifungal Activity of Essential Oils of *Cymbopogon citrates* and *Ocimum basilicum* against Mycotoxin Producing Strains», *European Journal of Medicinal Plants*, Vol. 31, no.13, pp.36-47, 2020.
- [20] A. A. Ayelaja, F. O. A. George, W. A. Jimoh, and G. L. Adebisi, «Effect of insect infestation on the economic value of smoked fish sold in selected markets in Nigeria», *Agricultural Science and Technology*, Vol. 12, no. 1, pp. 82-86, 2020.
- [21] N. Benkerroum, «Chronic and Acute Toxicities of Aflatoxins: Mechanisms of Action», *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol.10, no.17, pp. 423-431, 2020.
- [22] Mbega and Teugels, Guide to the Determination of Fish in the Lower Ogooué Basin, Namur University Press, 165 p, 2003.
- [23] M. Stiassny, G. G. Teugels, and C. Hopkins, «Freshwater and Brackishwater Fishes of Lower Guinea», *Tropical Fauna and Flora Collection*, Vol. 42, no. 1, 2, pp. 805-622, 2007.
- [24] D. G. H. Halstead, «Keys for the identification of beetles associated with stored products. Introduction and key to families», *Journal of Stored Products Research*, Vol. 22, no. 4, pp. 163-203, 1986.
- [25] Delobel and Tran, Les Coléoptères des Denrées Alimentaires Entreposées dans les Régions Chaudes. ORSTOM/CTA (Faune tropicale XXXII): France, 424 p, 1993.
- [26] F. Oyebamiji, and F. Oyebimpe, «Microbial Identification of Smoke-Dried Fish (*Clarias gariepinus*) from Some Local Markets in Ibadan Metropolis Wudpecker», *Journal of Agricultural Research*, Vol. 2, no. 4, pp. 294-298, 2013.
- [27] Chabasse D, Bouchra J, De Gentile L, Brun S, Cimon B, Penn P. *Molds of Medical Interest*. Training booklet N° 25, Bioforma: Paris, 160 p, 2020.
- [28] B. T. A. Sonangnon, K. A. C. Aboudou, C. Goudjinou, and M. M. Soumanou, «Analysis of production practices and quality of smoked fish sold in southern Benin», *European Scientific Journal*, Vol. 18, no. 17, pp. 154-177, 2022.
- [29] U. Y. Monney, V. Diaby, B. K. Bla, A. G. Konan, and A. F. Yapo, «Socio-sanitary analysis of fish smoking in the city of Abidjan (Côte d'Ivoire)», *International. Journal Biological Chemical Science*, Vol. 15, no.6, pp. 2337-2348, 2021.
- [30] K. Jiazet, «Potential Impact of Fish Smoking on Mangrove Resources in Southwest Cameroon», *Tropical Conservation Science*, Vol. 12, pp.1-13, 2019.
- [31] M. F. Assogba, D. G. Anihouvi, H. I. Afe, and Y. E. Kpoclou, «Processing methods, preservation practices and quality attributes of smoked and smoked-dried fishes consumed in Benin», *Food Science and Technology*, Vol. 5, 2019.
- [32] N. G. Fall, L. T. Tounkara, M. B. Diop, O. T. Thiaw, and P. Thonart, «Etude socio-économique et technologique de la production de poisson fermenté et séché (Guedj) au Sénégal», *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, Vol. 8, no.6, pp. 2523-2538, 2014.
- [33] R. G. Degnon, A. N. Faton, E. S. Adjou, F. P. Tchobo, E. Dahouenon, M. N. Soumanou, and D. C. Sohounhloue, «Comparative efficacy of essential oils of two aromatic plants in the post-smoking preservation of horse mackerel (*Trachurus trachurus*)», *Animal Plant Science Journal*, Vol.19, no. 1, pp. 2831-2839, 2013.
- [34] N. W. Chabi, C. T. Konfo, P. D. Emonde, M. T. C. Chichi, K. J. C. Sika, Y. Alamou, and L. S. Baba, «Performance of an improved smoking device (Chorkor furnace) on the quality of smoked fish in the commune of Aplahoue (South-East of Benin)», *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol.9, no.3, pp.1383-1391, 2014.
- [35] S. Mustafa, and U. Imran, «Food spoilage and Microorganisms», *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, Vol.9, no.10, pp. 1921-1924, 2021.
- [36] T. Ally, G. Mhamphi, and H. Lamtane, «Efficiency of Different Storage Facilities in Reduction of Insect Pest in Sun-Dried Sardines (Dagaa) From Lake Victoria», *Journal of Agricultural Sciences*, Vol.17, no.1, pp.11-16, 2018.
- [37] T. H. Katamssadan, E. N. Nukenine, M. Stahler, and C. Adler, «Bio-efficacy of *Azadirachta indica* A. Juss oil extracted from sun- and shade-dried seeds against two stored product beetles», *International Journal of Biosciences*, Vol.7, no.2, pp.135-151, 2015.
- [38] Y. Deng, Y. Wanga, Q. Deng, L. Suna, R. Wang, L. Yea, S. Tao, J. Liao, and R. Gooneratne, «Fungal diversity and mycotoxin contamination in dried fish products in Zhanjiang market, China», *Food Control*, pp. 0956-7135, 2021.
- [39] M. A. Adeyemi, O. O. Segun and O. S. Barakat, «*Dermestes maculatus* Degeer infestation impact on market loss of dried fish in Kwara State, Nigeria», *Aquaculture and Fisheries*, no.3, pp. 170-173, 2018.
- [40] M. F. Assogba, D. G. Anihouvi, H. I. Afe, and Y. E. Kpoclou, «Processing methods, preservation practices and quality attributes of smoked and smoked-dried fishes consumed in Benin», *Food Science and Technology*, no.5, 2019.

Valorisation et étude de l'activité antifongique et antioxydante d'extraits de trois bois durables de la Côte d'Ivoire

[Valuation and study of the antifungal and antioxidant activity of extracts of three sustainable woods from the Ivory Coast]

D. Thomas¹, N. B. Florence¹, A. Félix¹, B. B. Appolinaire¹, N. J. C. Yao¹, D. K. René¹, A. N. Armand², A. Kouabenan³, T. Fabrice⁴, A. A. Augustin¹, and A. Nadine⁵

¹Institut national polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INP-HB), Laboratoire des Procédés Industriels de Synthèse de l'Environnement et des Energie Nouvelles (LAPISEN), BP 1313 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

²Institut national polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INP-HB), Laboratoire de zoologie et d'entomologie agricole, Côte d'Ivoire

³Institut National Polytechnique Félix Houphouët Boigny, DFR Agriculture et Ressources Animales, Laboratoire de Phytopathologie et de Biologie Végétale, BP 1313, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

⁴Société de Développement Des Forêts, Abidjan, Côte d'Ivoire

⁵Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD), Ecologie des forêts de Guyane (ECOFOG), Guyane, France

Copyright © 2023 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 Ivory Coast, the rational management of waste from forestry operations (also known as related waste) is one of the State's environmental priorities. It must meet the challenges of the circular economy by proposing various ways of recovery, including the recovery of bioactive molecules from species. Thus, this study aims to evaluate the bioactive potential (antioxidant and antifungal activity) of extracts of three sustainable species from Côte d'Ivoire: *Milicia excelsa* (Iroko), *Mansonia altissima* (Bete), *Nauclea diderrichii* (Badi). The antioxidant activity was determined by ABTS tests and the antifungal activity was evaluated against a brown rot, *Coniophora puteana* in in vitro condition. The Bete extract showed the highest antifungal activity: the concentration 6 mg/mL led to a total inhibition of the mycelium growth, against 8 mL/mg for Iroko and Badi. Regarding antioxidant activity, Badi extract (66.898%) showed the highest percentage of inhibition, followed by Iroko (55,25%) and Bété (52,12%).

KEYWORDS: *Milicia excelsa*, *Mansonia altissima*, *Nauclea diderrichii*, Antioxidant activity, Antifungal activity.

RESUME: En Côte d'Ivoire, la gestion rationnelle des déchets issus de l'exploitation forestière (appelés aussi connexes) constitue une des priorités environnementales de l'Etat. Elle doit répondre aux enjeux de l'économie circulaire en proposant diverses voies de valorisation, notamment la valorisation des molécules bioactives issues d'essences. Ainsi, cette étude a pour objectif d'évaluer le potentiel bioactif (activité antioxydante et antifongique) d'extraits de trois espèces durables de la Côte d'Ivoire: *Milicia excelsa* (Iroko), *Mansonia altissima* (Bété), *Nauclea diderrichii* (Badi). L'activité antioxydante a été déterminée par les tests d'ABTS et l'activité antifongique a été évaluée vis-à-vis de d'une pourriture brune, *Coniophora puteana* en condition in vitro. L'extrait du Bété a montré l'activité antifongique la plus élevée: la concentration 6 mg/mL a conduit à une inhibition totale de la croissance du mycélium, contre 8 mL/mg pour l'Iroko et le Badi. Pour ce qui concerne l'activité antioxydante, l'extrait du Badi (66,898 %) a présenté le plus fort pourcentage d'inhibition, suivi de l'iroko (55,25 %) et du Bété (51,12 %).

MOTS-CLEFS: *Milicia excelsa*, *Mansonia altissima*, *Nauclea diderrichii*, activité antioxydante, activité antifongique.

1 INTRODUCTION

L'exploitation du bois en Côte d'Ivoire, avec un volume de 1,2 millions de m³ et un taux de rendement moyen de 50% [1], génèrent de gros volumes de déchets, appelés aussi connexes. Ces déchets sous valorisés, sont souvent éliminés par incinération. La gestion intelligente de ces déchets constitue des priorités environnementales importantes pour la Côte d'Ivoire [1] et constitue par la même occasion des opportunités de nouvelles activités économiques. De nombreuses approches sont possible: valorisation énergétique, chimique et organique [2]. Répondant aux enjeux de l'économie circulaire, la valorisation des biomolécules (valorisation chimique) suscite beaucoup d'intérêt d'autant que les consommateurs sont à la recherche de produits de consommation plus respectueux de l'environnement et la santé humaine. En effet, elle offre l'opportunité d'intégrer un nouveau maillon dans la chaîne de valeur de la filière bois à travers la valorisation vers divers marchés d'applications à haute valeur ajoutée. Ainsi, dans certains pays, la « filière extractibles » est une voie incontournable de la valorisation de la biomasse forestière: ils peuvent entrer dans la conception d'actifs pour le secteur cosmétique, phytopharmaceutique, préservation du bois, nutraceutique... [3,4]. L'émergence de cette filière s'appuie essentiellement sur la disponibilité de molécules bioactives d'origine naturelle [4] qui se caractérisent chez les espèces tropicales par leur diversité et leur forte teneur [5]. Dans ce contexte, plusieurs travaux scientifiques portant sur l'étude des propriétés biologiques, toxicologiques et chimiques ont montré que les essences ivoiriennes constituent un important réservoir de molécules bioactives à fort potentiel économique [5]. Parmi ces essences nous pouvons citer, *Milicia excelsa* (Iroko), *Mansonia altissima* (Bété), *Nauclea diderrichii* (Badi)... [6,7]. Depuis plusieurs années de nombreux travaux ont été conduits sur la valorisation des extractibles issus de l'Iroko, du Bété, et du Badi à travers l'étude de leurs potentialités bioactives de leurs extraits contre divers bioagresseurs et leur biotolérance [8]. L'essentiel de ces travaux de recherche portent que sur les mélanges complexes de molécules issus des feuilles, des racines et des écorces [6,7]. Pourtant, l'essentiel des connexes issus de l'industrie forestière provient du bois (duramen et l'aubier). Ces extractibles peuvent être utilisés pour la préservation du bois. Par ailleurs, plusieurs chercheurs se sont intéressés au potentiel des molécules bioactives, en particulier aux possibilités de transfert de la résistance aux bois non durables. Ils ont démontré que ces extraits peuvent conférer une résistance à des bois non durables et exposés à des conditions environnementales sévères. Dans ce contexte, [9] ont obtenu des résultats très intéressants sur l'efficacité d'extraits issus du duramen et de l'aubier de sept espèces amazoniennes (*Bagassa guianensis*, *Manilkara huberi*, *Sextonia rubra*, *Vouacapoua americana*, *Andira surinamensis*, *Handroanthus surinamensis*, *Handroanthus serratifolius*, et *Qualea rosea*). Ces différents résultats reflètent une bonne activité antioxydante et antifongique des extraits issus de ces essences. Ainsi l'objectif de ce travail a été d'étudier l'activité antioxydante et antifongique d'extrait issu du duramen de *Milicia excelsa* (Iroko), de *Mansonia altissima* (Bété) et de *Nauclea Diderrichii* (Badi) vis-à-vis des champignons lignivores.

2 MÉTHODOLOGIES

2.1 COLLECTE DES ÉCHANTILLONS

L'étude porte sur des extraits hydroalcooliques issus du duramen de trois (3) essences ivoiriennes durables, *Milicia excelsa* (Iroko), *Mansonia altissima* (Bété), *Nauclea diderrichii* (Badi). Les arbres ont été prélevés dans la Forêt classée de Besso située au Sud-Est de la Côte-d'Ivoire (06°14' à 06°30' N, 003°37' à 003°48' W). L'activité antifongique des extraits a été évaluée sur un champignon de pourriture brune, *Coniophora puteana*, (strain BAM 15). Cette souche a été fournie par l'unité de recherche Biowooeb du CIRAD de Montpellier.

2.2 EXPÉRIENCES

2.2.1 PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS

Après abattage des arbres (3 arbres/ essence), sur chacune des billes prélevées à 1,3 m, des échantillons de bois ont été collectés dans le duramen. Les échantillons ainsi prélevés ont été concassés, avant d'être broyés avec un broyeur Retsch SM100 (Retsch® group, Haan, Germany) et à l'aide d'un tamis de maille 1 mm. Les broyats sont présentés dans la Figure 1. Après le broyage les échantillons ont été placés dans une enceinte climatique réglée en température et humidité relative de l'air respectivement sur 30°C - 85% Hr; 20°C – 65% Hr; 20°C – 30% Hr, pendant 2 semaines puis l'humidité a été déterminée. La mesure de l'humidité moyenne des échantillons a été réalisée en triplicat pour chacune des essences. Une masse de broyat (M1=15 g), a été placée à l'étuve à 103°C ± 2 °C pendant 24 h afin de déterminer la masse sèche (M2). Ainsi, l'humidité des échantillons a été déterminée selon la formule:

$$H = ((M1 - M2)) / M1 \times 100 \quad (\text{Eqn 1})$$

H = humidité des échantillons en %,

M1= masse humide des échantillons en g,

M2 = une masse sèche des échantillons en g.

L'émergence du concept de la chimie verte a généré un regain d'intérêt pour l'eau en tant que solvant vert. Elle est non toxique, sans danger pour la santé et non inflammable. Elle peut être aussi utilisée avec un co-solvant organique. Ainsi dans cette étude un mélange éthanol-eau (50: 50, v/v) a été utilisé comme solvant d'extraction. Pour ce faire, 25g de broyat de bois (M1) ont été placés dans un ballon de 500 mL, puis 250 mL d'un mélange solvant éthanol-eau (50: 50, v/v, éthanol à 95% et de l'eau distillée) ont été introduits. Le ballon a été porté à une température de 50°C pendant 1h 30 (une agitation manuelle a été appliquée toutes les 15 minutes). Les extraits ont été obtenus après filtration sur filtre whatman (grade 4 CHR) puis évaporés à partir d'un évaporateur rotatif (2L Mini Rotary Verdampfer, Berlin Allemagne) sous pression réduite à température de 40°C. L'extrait sec (M3) obtenu a été conservé à l'abri de la lumière à 5°C. La masse sèche théorique des broyats de bois a été déterminée à partir de l'équation (1) de l'étape précédente et la teneur moyenne en extractibles (T) a été déterminée à partir d'un triréplicat par espèces selon la formule:

$$T = (100 \times M3) / M2 \quad (\text{Eqn. 2})$$

T = teneur en extractibles;

H = humidité des échantillons en %,

M1= masse humide d'échantillon en g,

M2 = masse sèche théorique supposée de l'échantillons en g,

M3 = masse de l'extrait sec obtenu après évaporation.



Fig. 1. Broyat de bois d'iroko (A), de Bété (B) et de Badi (C) de granulométrie 1 mm

2.2.2 COMPOSITION CHIMIQUE DES EXTRAITS

La présence de certains groupements chimiques qui sont connus pour leurs activités biologiques ont été mise évidence en faisant des tests colorimétriques, consistant à faire apparaître une coloration ou des précipités spécifiques aux grandes familles chimiques conformément aux techniques décrites dans les travaux de [10]. Trois répétitions ont été effectués pour chacun des tests et l'interprétation des résultats a été faite comme suit:

- Réaction positive: +
- Réaction négative: -

La mise en évidence des polyphénols a été réalisée selon la méthode décrite par [10]. Ainsi, dans 2 mL d'extrait (5 mg/mL, éthanol-eau) a été ajouté, quelques gouttes de solution alcoolique de chlorure ferrique à 2% pour respectivement chacune des essences étudiées. L'apparition d'une coloration bleue noirâtre ou verte plus ou moins foncée traduit la présence de composés phénoliques. De même, la mise en évidence des tanins catéchiques a été réalisée selon la méthode décrite par [10]. Dans 5 mL d'extrait (5 mg/mL, éthanol-eau) a été ajouté, 15 mL de réactif de STIASNY (10 mL de formol à 30% additionné de 5 mL d'HCl concentré). Le mélange a été maintenu au bain-marie à 80°C, pendant 30 minutes puis refroidi. L'observation de précipités caractérisent la présence de tanins catéchiques [10]. La solution contenant les tanins catéchiques a été filtrée sur filtre whatman (grade 4 CHR) et le filtra recueilli a été saturé avec de l'acétate de sodium. A ce mélange, 3 gouttes de chlorure ferrique à 2% ont été ajoutées. L'apparition d'une coloration bleu-noir intense indique la présence des tanins galliques [10]. La mise évidence des flavonoïdes a été réalisé dans un tube contenant 3 mL de la solution d'extrait (5 mg g/ mL éthanol-eau), dans laquelle quelques gouttes d'une solution de NaOH 10 % sont ajoutées. Une coloration jaune-orangée caractérise la présence des flavonoïdes. Pour ce qui concerne les saponines, dans un tube à essai contenant 10 mL d'eau distillée est dissout 5 mg g/ mL (éthanol-eau) d'extrait de bois. Le tube est agité vigoureusement pendant 30 à 45 secondes dans le sens de la

longueur puis laissé au repos pendant 15 minutes. La hauteur de la mousse est mesurée. La persistance d'une mousse de plus de 1 cm de hauteur indique la présence de saponines. Aussi, pour la mise évidence des alcaloïdes, 4 mL de chaque solution d'extrait (5 mg/ mL éthanol-eau), est évaporé à sec par chauffage au bain-marie dans une capsule. Le résidu est repris dans 4 mL d'alcool à 60 °C. La solution alcoolique est répartie dans 2 tubes à essais. Dans le premier tube, 2 gouttes de réactif de Bourchardat (réactif iodo-ioduré) sont ajoutées. L'observation d'un précipité de coloration brun-rougeâtre indique la présence des Alcaloïde. Dans l'autre tube, sont ajoutés 2 gouttes de réactif de Dragendorff (solution aqueuse d'iodo-bismuth de potassium). L'apparition d'un précipité ou d'une coloration orangée indique la présence d'alcaloïdes. En fin, pour ce qui concerne les Stérols et polyterpènes, 0,1 g d'extrait sec pour chacune des essences est dissous à chaud dans 1 mL d'anhydride acétique dans une capsule puis repris dans un tube à essai où sont coulés 0,5 mL d'acide sulfurique (H₂SO₄) concentré. L'apparition d'une coloration violette, qui vire au bleu puis au vert, révèle la présence de stérols et triterpènes.

2.2.3 DOSAGE DES COMPOSÉS PHYTOCHIMIQUE DES EXTRAITS

La teneur en polyphénols totaux des extraits a été déterminée selon la méthode de Folin-Ciocalteu, décrite par [11]. Un volume de 2,5 mL de réactif de Folin-Ciocalteu dilué (1/10) a été ajouté à 30 µL d'extrait hydroalcoolique (5 mg/mL). Le mélange a été maintenu pendant 2 min dans l'obscurité, puis il a été ajouté 2 mL de solution de carbonate de sodium (75 g/L). Le mélange a été placé au bain-marie à 50°C durant 15 minutes, puis refroidi rapidement. Les analyses ont été réalisées à partir d'un triréplicat et la teneur moyenne en polyphénols a été exprimée en milligramme d'équivalent acide gallique par gramme d'extrait (mg Eq AG/g). Aussi, la méthode de [12] a été utilisée pour le dosage des flavonoïdes totaux. Dans une fiole de 25 ml, 0,75 mL de nitrite de sodium (NaNO₂) à 5% (m/v) a été ajouté à 2,5 mL d'extrait (5 mg/ mL éthanol-eau). Le mélange a été additionné de 0,75 mL de chlorure d'aluminium (AlCl₃) à 10% (m/v), puis incubé pendant 6 minutes à l'obscurité. Après l'incubation, 5 mL de soude (NaOH 1 N) ont été ajoutés puis le volume a été complété à 25 mL. Le mélange a été agité vigoureusement avant lecture à 510 nm au spectrophotomètre UV-visible. Les essais ont été partir d'un triréplicat. La teneur en flavonoïdes a été exprimée en gramme par litre d'extrait équivalent quercétine (µg Eq quercétine /g).

2.2.4 ACTIVITÉ ANTIOXYDANTE PAR LA MÉTHODE L'ABTS+

Cette méthode est basée sur la capacité des composés à réduire le radical-cation ABTS⁺ (Acide 2,2'-azinobis-3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique). Le test a été réalisé selon la méthode décrite par [13]. Le radical-cation ABTS⁺ a été produit par réaction de 8 mM ABTS (87,7 mg dans 20 mL d'eau distillée) et 3 mM de persulfate de potassium (0,0162 g dans 20 mL eau distillée) dans un ratio 1: 1 (v/v). Le mélange a été ensuite incubé à l'obscurité à température ambiante durant un temps variant de 12-16 heures. Cette solution d'ABTS⁺ a été diluée avec du méthanol afin d'obtenir une solution dont l'absorbance entre 0,7 ± 0,02 à 734 nm. Ainsi, une prise d'essai de 3,9 mL de cette solution diluée d'ABTS⁺ a été ajoutée à 100 µL du composé à tester. Après agitation, le mélange a été incubé pendant 6 minutes à l'obscurité (T=30±2°C). L'absorbance résiduelle du radical ABTS⁺ a été ensuite mesurée à 734 nm au spectrophotomètre UV-visible et devrait être comprise entre 20% et 80% de l'absorbance du blanc. Les essais ont été réalisés sur les triréplicats et les résultats ont été exprimés en µmol Trolox équivalent par litre d'extrait (µmol TE/L). Une droite d'étalonnage a été réalisée avec les concentrations suivantes de Trolox: 0,375µM; 0,5µM; 0,625µM; 1µM; 1,125µM, 1,375µM et 1,5µM et le taux d'inhibition (%) de l'ABTS⁺ a été exprimé comme suit:

$$(\%)I = \frac{A_0(\text{Absorbance du blanc}) - A(\text{Absorbance de l'extrait})}{A_0(\text{Absorbance du blanc})} \times 100 \quad (\text{Eqn. 3})$$

- Absorbance du contrôle = absorbance ABTS dilué,
- Absorbance de l'extrait = absorbance ABTS dilué + échantillon

Cette droite a permis d'exprimer l'activité antioxydante des différents extraits comme suit:

Concentration ou activité antioxydante

$$\left[\frac{\mu\text{M}\text{eqTrolox}}{\text{L}} \right] = \frac{\%I \cdot Fd}{49.9} \quad (\text{Eqn. 4})$$

Concentration d'extrait avant dilution = 5 mg g/ mL.

2.2.5 TEST IN VITRO – SEUIL D'EFFICACITÉ

Un seuil d'efficacité a été déterminé pour chaque extrait sur la pourriture brune, *Coniophora puteana* en conditions in vitro. Pour chacune des essences étudiées, les extraits ont été préparés par dissolution de 3 g d'extraits secs de bois dans 30 mL d'un mélange éthanol-eau (50: 50, v/v) afin d'obtenir une solution mère de concentration 100 mg/mL. Un milieu de culture stérile a été préparé par ajout de 40 g/L de malt et 20g/L d'agar dans 1 L d'eau et le mélange a été agité et stérilisé en autoclave à 120°C pendant 1h. A partir du

milieu de culture, neuf concentrations couvrant une plage de 0,25 mg/mL à 12 mg/mL d'extrait sec ont été préparés et testés. Les volumes de milieu de culture et de solutions d'essais ont été définis en fonction des concentrations cibles (Tableau 1) et 37 mL de la préparation ont été introduits dans des boîtes de pétri de 5,5 cm. Le mélange a été homogénéisé et laissé légèrement ouvert sous la hotte à flux laminaire (pendant 3 heures) afin de laisser l'alcool se dissiper. 24 heures après, les boîtes de pétri contenant les préparations ont été inoculées avec un mycélium *Coniophora puteana*, puis incubées à 22°C et 70% d'humidité relative. Afin de valider l'essai nous nous sommes assurés de l'innocuité de la présence de l'alcool: dans le milieu une solution d'essai a été préparée en remplaçant le volume d'extrait par le même volume du mélange éthanol-eau (50: 50, v/v). De même nous sommes assurés de la virulence de la souche, à travers un témoin négatif consistant à suivre la croissance du mycélium sur un milieu exempt d'extrait et d'alcool. Un contrôle positif a été préparé avec le tébuconazole (connu pour ces propriétés antifongiques), ajouté dans le milieu de culture, comme décrit pour les extraits, afin d'obtenir des concentrations de 20 µg/mL, de 40 µg/mL, de 60 µg/mL, de 80 µg/mL et de 100 µg/mL. L'essai est achevé lorsque la croissance du mycélium couvre toute la surface du milieu de culture pour le témoin négatif. A la fin de l'essai, la concentration minimale d'inhibition (CMI) des extraits a été déterminée comme étant la plus petite concentration qui conduit à une inhibition totale de la croissance du mycélium.

Tableau 1. Volume d'extrait et le volume de milieu de culture, préparé pour chaque concentrations cibles

Concentration en mg/mL	Volume d'extrait en mL	Volume de milieu de culture en mL	Volume total (Extrait + Volume du milieu de culture)
12	4,5	33	37,5mL
10	3,75	33,75	37,5mL
8	3	34,5	37,5mL
6	2,25	35,25	37,5mL
4	1,5	36	37,5mL
2	0,75	36,75	37,5mL
1	0,375	37,125	37,5mL
0,5	0,187	37,31	37,5mL
0,25	0,094	37,41	37,5mL

2.2.6 ANALYSES STATISTIQUES

L'analyse statistique des résultats a été faite en utilisant le test non paramétrique de Kruskal-Wallis. Une analyse en comparaisons multiples par usage du test de Dunn a été utilisée pour comparer la teneur en polyphénols totaux et en flavonoïdes totaux à l'échelle inter essence. Les tests statistiques ont été réalisés au seuil de probabilité de 5% et les données ont été traitées et analysées avec les logiciels Xlstat© 2008.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 TENEUR EN EXTRACTIBLES

L'analyse des rendements obtenus après extraction à partir du mélange éthanol/eau (50: 50) chez le Badi, le Bété et chez l'Iroko indique des taux d'extraits relativement proches. Ces valeurs sont de 7,8 % ± 0,6 de 6,8 % ± 1,1 et de 6,5 % ± 0,9 respectivement pour le Badi, le Bété et l'Iroko. Les données obtenues sont en accord avec celles observées dans la littérature [14]. On note, cependant, qu'il subsiste quelques divergences avec celles obtenues par certains auteurs [15]. En effet, en étudiant la teneur en extractibles issue du duramen de 22 espèces tropicales, [15] ont obtenu des teneurs plus importante (à l'exception du Badi). Les valeurs étaient de 6.58 %, de 8.20 % et de 12.72 % respectivement pour le Badi, le Bété et pour l'Iroko dont les teneurs ont quasi doublé. Les différences observées entre les résultats de ces auteurs et ceux de la présente étude, seraient liées à la nature du solvant d'extraction. En effet, ces auteurs ont utilisé le méthanol qui permet d'extraire majoritairement les extractibles. C'est le cas des résultats obtenus sur l'Iroko par [16] qui ont obtenu des teneurs en extractibles de 10 %; de 7,6 % et de 2,1 %, respectivement pour le méthanol, l'acétone et le dichlorométhane. Les disparités seraient liées à l'affinité des molécules aux solvants d'extraction [15]. Outre, la nature du solvant d'extraction, la diversité des sites géographiques, l'âge des arbres échantillonnés, la durée de l'extraction, peuvent induire également des divergences de résultats [9].

3.2 SCREENING PHYTOCHIMIQUE DES EXTRAITS

Les résultats du screening phytochimique des extraits sont consignés dans le tableau 2. Nous notons la présence des alcaloïdes, des polyphénols et des flavonoïdes chez toutes les essences. Nous notons également la présence des tanins catéchiques chez l'Iroko. Par contre, les résultats n'ont révélé aucune présence de quinones, de saponines et de polyterpènes dans le duramen chez les espèces étudiées. Pourtant, certaines études ont mis en évidence la présence des différentes familles préciter chez la Badi, le Bété et l'Iroko [17]. Cette différence résulte des solvant utilisés par les auteurs (l'acétone et du méthanol). Les résultats obtenus par [18] sur le Badi, soutiennent cette idée. En effet, en utilisant différents solvants d'extractions (solvants de différentes polarité), les résultats obtenus par ces auteurs ont révélé que l'extrait obtenu avec le méthanol contenait des saponines, tandis que celui obtenu avec n-hexane ne contenait pas de saponines. Généralement, les saponines, les quinones s'obtiennent avec de l'éthanol pur ou du méthanol pur [19]. Néanmoins, selon la littérature, la plupart des familles de composés identifiés dans cette étude, présentent des activités antifongiques intéressantes [20]. Ces résultats mettent en avant que le mélange eau/éthanol à proportion égale apparait comme un bon choix pour extraire les molécules d'intérêt au regard de leur potentiel biologique.

Tableau 2. Résultat du Screening phytochimique des extraits de bois

Familles chimiques		Iroko		Bété		Badi	
		Aubier	Duramen	Aubier	Duramen	Aubier	Duramen
Alcaloïdes (Dragendorff)		+	+	+	+	+	+
Tanins	Cathéchiques	+	+	-	-	-	-
	Galliques	-	-	-	-	-	-
Quinones		-	-	-	-	-	-
Polyterpènes / Stérols		-	-	-	-	-	-
Polyphénols		+	+	+	+	+	+
Flavonoïdes		+	+	+	+	+	+
Saponines		-	-	-	-	-	-

3.3 TENEURS EN PHÉNOLS TOTAUX

La figure 3 présente la teneur en polyphénols totaux exprimée en milligramme équivalent acide gallique par gramme d'extrait (mg Eq AG/g). L'analyse statistique des résultats a révélé que les plus forts taux ont été enregistrés chez l'Iroko ($130,7 \pm 16,8$ mg Eq AG/g), suivi par le Badi ($93,51 \pm 23,3$ mg Eq AG/g) et le Bété ($66,66 \pm 13$ mg Eq AG/g). En comparant ces données à celles issues de la littérature, les résultats divergent considérablement d'un auteur à un autre et pour une même essence. En effet, dans une étude similaire menée sur 22 essences tropicales, [15] ont obtenu des teneurs en polyphénols de 71 mg Eq AG/g et de 320 mg Eq AG/g respectivement pour le Badi et pour l'Iroko (extrait obtenu avec du méthanol). De même [14] en étudiant la teneur en polyphénols de 10 essences congolaises, ont obtenus des teneurs en polyphénols de 164 mg Eq AG/g pour le Badi (extrait obtenu avec un mélange de toluène et de l'éthanol (1/2; V/V). Ainsi ces différences observées entre ces différents auteurs s'expliquent par la nature du solvant d'extraction. Pour certains auteurs tels que [15], les essences ayant des teneurs en polyphénols totaux supérieurs à 90 mg EAG/g sont considérées comme des essences riches en polyphénols. En partant de cette observation, on pourrait affirmer que le duramen de Badi et d'Iroko sont d'importantes sources de composés phénoliques. La teneur en flavonoïdes exprimée en milligramme équivalent quercétine par gramme d'extrait (mg Eq quercétine /g) est présentée à la figure 4. L'analyse des résultats a montré que la teneur en flavonoïdes totaux obtenue dans le duramen du Bété ($63,33 \pm 12,67$ mg Eq /g) est statiquement plus faible que celle de l'Iroko ($120 \pm 17,2$ mg Eq /g) et du Badi ($108,83 \pm 22,5$ mg Eq /g). La littérature scientifique est abondante sur la teneur en flavonoïdes totaux issus des feuilles, des racines et des écorces des essences étudiées [21], nous disposons de peu de de données pour la teneur en flavonoïdes totaux issus du duramen. Cependant, en comparant avec les valeurs obtenues pour l'écorce de l'Iroko (732.01 ± 9.33 mg Eq /g) et des feuilles du Badi ($102,14 \pm 11,20$ mg Eq /g) [21,22], on remarque que les données obtenues dans la présente étude sont inférieures. Cependant une étude de [23] réalisée chez 5 espèces d'acacia: *A. mangium* (68.45 ± 5.05 mg Eq /g), *A. auriculiformis* (57.73 ± 1.27 mg Eq /g), *A. decurrens* (18.48 ± 1.04 mg Eq /g), *A. leuchoploea* (16.88 ± 0.57 mg Eq /g) et *A. crassicarpa* (65.24 ± 4.44 mg Eq /g) met en avant des teneurs bien plus faible en flavonoïdes. Il en est de même, pour les travaux conduits par [20] et [24] respectivement sur *Dicorynia guianensis* (55.42 mg Eq/g) et *Pterocarpus marsupium* ($57,33 \pm 1$ mg Eq /g).

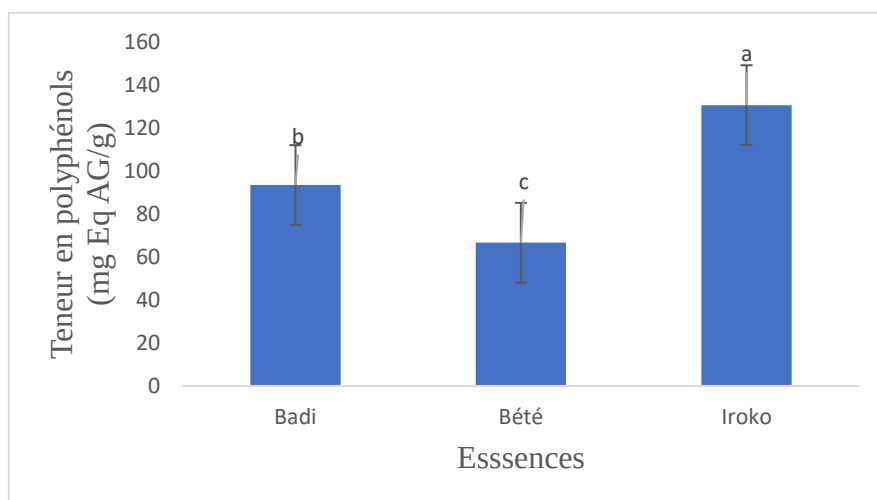


Fig. 2. Teneur en phénols totaux: Badi, Bété, Iroko

Les différentes lettres indiquent une différence significative ($p < 0,05$).

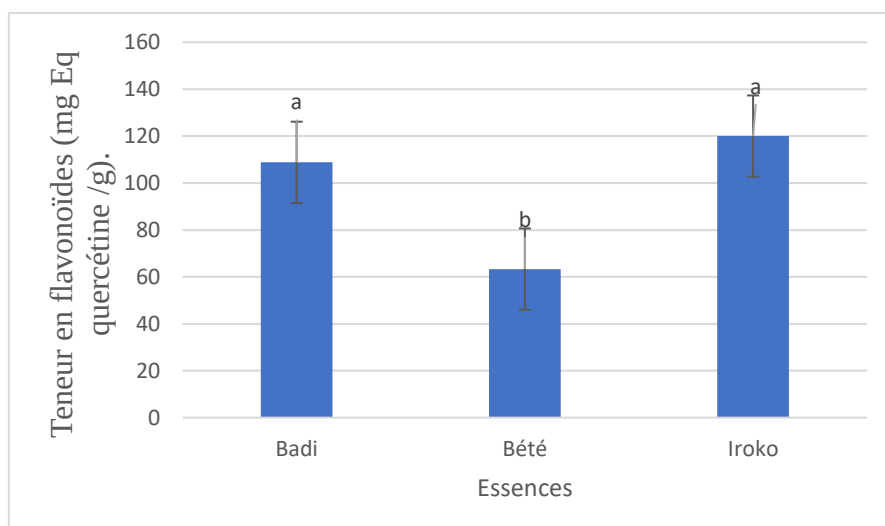


Fig. 3. Teneur en flavonoïdes: Badi, Bété, Iroko

Les différentes lettres indiquent une différence significative ($p < 0,05$).

3.4 ACTIVITÉ ANTIOXYDANTE

L'évaluation de l'activité antioxydante a été réalisée par le test du ABTS. Les résultats de l'activité antioxydante a été exprimé par le pourcentage d'inhibition. Dans l'ensemble, les résultats obtenus mettent tous en évidence le potentiel antioxydant des extraits issus des différentes essences étudiées: le pourcentage d'inhibition du radical ABTS^{•+} atteint 50% à la concentration 1 mg/ml chez chacune des essences étudiées. L'extrait du Badi (66,898 %) affiche le plus grand pourcentage d'inhibition, suivi de l'Iroko (55,25 %) et du Bété (51,12 %). La forte teneur en polyphénols totaux serait à l'origine de l'activité antioxydante observée chez ces essences, comme le déclare [14]. Cette fortes activité antioxydante constitue une voie prometteuse pour la valorisation des sciures issues de ces essences. Des résultats similaires ont été obtenus par [25] sur l'extrait de feuille d'iroko (53,45) de bété (53,3) et des écorces de Badi (54,22 %). Ils ont conclu que les substances antioxydantes naturelles rencontrées chez ces essences rentrent dans l'arsenal thérapeutique en ce qui concerne la lutte contre des nombreuses pathologies.

3.5 EFFICACITÉ ANTIFONGIQUE DES EXTRAITS

Le test de validation de l'essai, met en évidence la parfaite innocuité du solvant utilisé et la virulence du champignon (croissance optimale du champignon sur le milieu témoin négatif et positif, après 8 jours). La concentration minimale inhibitrice obtenue avec le tébuconazole (contrôle positif) est de 60 µg/mL. Les résultats portant sur l'efficacité fongicide des extraits, ont montré que les concentrations 0,25 mg/mL et 0,5 mg/mL ne présentent aucune activité inhibitrice sur la croissance du champignon (croissance identique à celle du témoin négatif) (figure 5). A partir de la concentration 1mg/mL, nous observons une activité fongistatique croissante, jusqu'à une concentration maximale de 6 mg/mL. Toutefois, l'extrait du Bété a montré une activité antifongique plus élevée, la concentration 6 mg/mL a conduit à une inhibition totale de la croissance du mycélium, contre 8 mL/mg pour l'Iroko et le Badi (Figure 4). Plusieurs travaux décrivent l'activité fongicide des bois durables. Ainsi, selon [9], un extrait de bois est considéré comme actif lorsque la concentration maximale inhibitrice est ≤ 1 mg/mL. Cette valeur est aussi une valeur seuil pour envisager de la valorisation. Cependant, certains éléments laissent penser que ce postulat pourrait être erroné. En effet, les faibles activités fongicides (obtenus par certains auteurs) pourraient être dues d'une part aux types de composés extraits par le solvant et d'autre part la méthode utilisée pour l'évaluation de l'activité fongicide (méthode de diffusion sur disque cellulosique, incorporation dans milieu malt-agar...). En milieu liquide, la surface de contact du mycélium avec le biocide est plus grande. Ce qui favorise une toxicité plus marquée [20]. Néanmoins, les résultats obtenus dans la présente étude sont tout à fait comparables à ceux obtenus par [26] sur *Tectona grandis*, CMI = 5,6 mg/mL (ensemencement sur une plaque Elisa suivi du transfert de l'inoculum au centre d'une boîte de Pétri contenant un milieu de culture malt agar). Toujours chez *Tectona grandis* et dans les mêmes conditions d'essai, les résultats obtenus dans cette étude sont plus intéressants que ceux obtenus par [27], CMI = 4%.

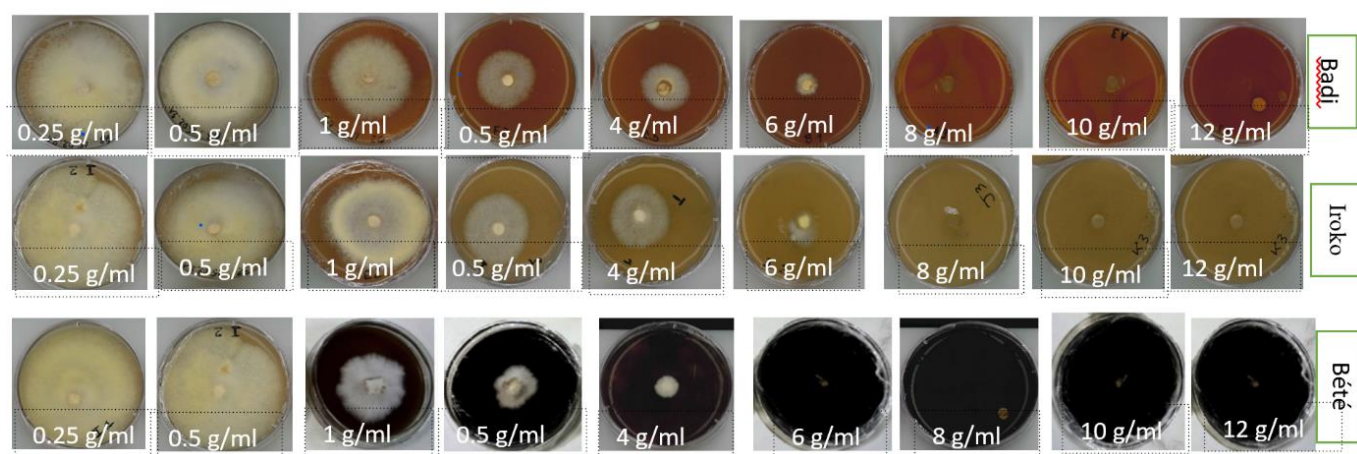


Fig. 4. Boîtes de Pétri inoculées avec *Coniophora puteana* pour chaque concentration d'extrait

4 CONCLUSION

Cette étude avait pour objectif d'évaluer l'activité antioxydante et antifongique de 3 extraits de bois durable de la Côte d'Ivoire. Dans l'ensemble, les résultats obtenus mettent tous en évidence le potentiel antioxydant des extraits des arbres étudiés. L'étude révèle une activité fongicide à la concentration 8 mL/mg pour l'Iroko et le Badi, contre 6 mL/mg pour le Bété. Ces premières données mettent en avant le potentiel de valorisation des connexes issues de scieries. En effet les extrait étudiés peuvent entrer dans la conception d'actifs pour le secteur cosmétique, phytopharmaceutique, préservation du bois. Mais des études complémentaires sont nécessaires pour identifier les composés actifs dans l'extrait.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude au gouvernement ivoirien et au gouvernement français qui ont cofinancé ce projet de recherche à travers le Contrat de Désendettement et de Développement (C2D CI-2). Nous remercions la Société de Développement des Forêts (SODEFOR) et l'entreprise Industrie de Promotion du Bois (INPROBOIS) pour avoir fournir le matériel végétal. Nous remercions également l'Ecole Doctorale de l'INP-HB et le Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) pour l'encadrement scientifique des recherches doctorales du premier auteur.

REFERENCES

- [1] V. H. Kouakou, A. C. Djohore, et E. Emeruwa, « Influence de la teneur en amidon de manioc sur la qualité d'un biocharbon à base de sciure de bois et d'amidon de manioc », p. 5, 2019.
- [2] D. Bamba et al., « Etudes comparées des méthodes de préparation du charbon actif, suivies d'un test de dépollution d'une eau contaminée au diuron », p. 14, 2009.
- [3] S. Patachia et C. Croitoru, « Biopolymers for wood preservation », in *Biopolymers and Biotech Admixtures for Eco-Efficient Construction Materials*, Elsevier, 2016, p. 305-332. doi: 10.1016/B978-0-08-100214-8.00014-2.
- [4] M. Broda, « Natural Compounds for Wood Protection against Fungi—A Review », *Molecules*, vol. 25, no 15, p. 3538, août 2020, doi: 10.3390/molecules25153538.
- [5] A. Tahiri, A. Amissa Adima, A. F. Adje, et N. Amusan, « Effet pesticide et screening des extraits de *Azadirachta indica* (A.) Juss. sur le termite *Macrotermes bellicosus* Rambur », *Bois for. trop.*, vol. 310, no 310, p. 79, déc. 2011, doi: 10.19182/bft2011.310.a20461.
- [6] K. N'Guessan, E. Kouassi Konan, et M. S. Tiébré, « Plantes utilisées dans le traitement des troubles gynéco-obstétriques par les peuples Abbey et Krobou d'Agboville (Côte-d'Ivoire) », *Phytothérapie*, vol. 7, no 5, p. 262-274, oct. 2009, doi: 10.1007/s10298-009-0411-x.
- [7] F. Seguen, K. Soro, D. Soro, et K. N'Guessan, « Savoir-faire des populations locales des taxons du Jardin Botanique de Bingerville, Côte d'Ivoire », *J. App. Bioscience.*, vol. 68, no 0, p. 5374, oct. 2013, doi: 10.4314/jab.v68i0.95064.
- [8] M. F. Adeoti, B. N. Djyh, A. Joseph, et G. F. Guede, « ÉVALUATION DE LA TOXICITÉ AIGUË D'EXTRAIT CHLOROFORMIQUE D'ÉCORCES DE *MANSONIA ALTISSIMA* CHEZ LES SOURIS », p. 12, 2013.
- [9] A. M. S. Rodrigues et al., « The wood preservative potential of long-lasting Amazonian wood extracts », *International Biodeterioration & Biodegradation*, vol. 75, p. 146-149, nov. 2012, doi: 10.1016/j.ibiod.2012.03.014.
- [10] Y.-A. Bekro, J. A. Mamyrbekova, B. B. Boua, F. T. Bi, et E. E. Ehile, « Étude ethnobotanique et screening phytochimique de *Caesalpinia benthamiana* (Baill.) Herend. et Zarucchi (Caesalpiniaceae) », *Sciences & Nature*, vol. 4, no 2, Art. no 2, 2007, doi: 10.4314/scinat.v4i2.42146.
- [11] J. E. Wood, S. T. Senthilmohan, et A. V. Peskin, « Antioxidant activity of procyanidin-containing plant extracts at different pHs », *Food Chemistry*, vol. 77, no 2, p. 155-161, mai 2002, doi: 10.1016/S0308-8146(01)00329-6.
- [12] D. Marinova, F. Ribarova, et M. Atanasova, « TOTAL PHENOLICS AND TOTAL FLAVONOIDS IN BULGARIAN FRUITS AND VEGETABLES », p. 8.
- [13] C. C. Teow, V.-D. Truong, R. F. McFeeters, R. L. Thompson, K. V. Pecota, et G. C. Yencho, « Antioxidant activities, phenolic and β -carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours », *Food Chemistry*, vol. 103, no 3, p. 829-838, janv. 2007, doi: 10.1016/j.foodchem.2006.09.033.
- [14] S. Mounquengui et al., « Total phenolic and lignin contents, phytochemical screening, antioxidant and fungal inhibition properties of the heartwood extractives of ten Congo Basin tree species », *Annals of Forest Science*, vol. 73, no 2, p. 287-296, juin 2016, doi: 10.1007/s13595-015-0514-5.
- [15] Z. Huang et al., « Evaluation of biological activities of extracts from 22 African tropical wood species », *J Wood Sci*, vol. 55, no 3, p. 225-229, juin 2009, doi: 10.1007/s10086-008-1024-y.
- [16] C. B. Nagawa, S. Böhmderfer, et T. Rosenau, « Chemical composition of volatiles extracted from indigenous tree species of Uganda: composition of bark extracts from *Psorospermum febrifugum* and *Milicia excelsa* », *Holzforschung*, vol. 69, no 6, p. 815-821, août 2015, doi: 10.1515/hf-2014-0283.
- [17] F. L. Edoun Ebouel et al., « Phytochemical Screening and Antioxidant Potential of Aqueous Extracts of *Millettia laurenti*, *Lophira alata* and *Milicia excelsa*, Commonly Used in the Cameroonian Pharmacopoeia », *European Journal of Medicinal Plants*, vol. 31, p. 11-23, août 2020, doi: 10.9734/EJMP/2020/v31i1130295.
- [18] T. Edwor, K. N. Olabisi, et O. S. Oluwagbemiga, « Gas chromatography-mass spectrometric analysis of methanolic leaf extracts of *Lannea kerstingii* and *Nauclea diderrichii*, two medicinal plants used for the treatment of gastrointestinal tract infections », vol. 9, p. 179-182, juill. 2016.
- [19] M. Abdulrahman et M. Adamu, « In Vitro Phytochemistry and Antiplasmodial Activity of Leaf Extract and Fractions of *Nauclea diderrichii* », *Earthline Journal of Chemical Sciences*, vol. 2, no 2, Art. no 2, nov. 2019, doi: 10.34198/ejcs.2219.333342.
- [20] J.-B. S. Anouhe et al., « The role of extractives in the natural durability of the heartwood of *Dicorynia guianensis* Amsh: new insights in antioxidant and antifungal properties », *Annals of Forest Science*, vol. 75, no 1, p. 15, févr. 2018, doi: 10.1007/s13595-018-0691-0.
- [21] M. A. Adebayo, O. A. Adedokun, L. A. Akinpelu, et P. O. Okafor, « Evaluation of Anti-Diarrheal Activity of Methanol Root Bark Extract of *Milicia excelsa* (Welw.) C. C. Berg (Moraceae) in Rats », *Drug Res (Stuttg)*, vol. 69, no 08, p. 439-444, août 2019, doi: 10.1055/a-0825-6337.
- [22] K. Mesia et al., « Antimalarial activity and toxicity evaluation of a quantified *Nauclea pobeguini* extract », *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 131, no 1, p. 10-16, août 2010, doi: 10.1016/j.jep.2010.05.008.

- [23] Y. H. Prayogo, W. Syafii, R. K. Sari, I. Batubara, et Danu, « Pharmacological Activity and Phytochemical Profile of Acacia Heartwood Extracts », *Sci. Pharm.*, vol. 89, no 3, p. 37, août 2021, doi: 10.3390/scipharm89030037.
- [24] P. Gupta et al., « Evaluation of effect of alcoholic extract of heartwood of *Pterocarpus marsupium* on in vitro antioxidant, anti-glycation, sorbitol accumulation and inhibition of aldose reductase activity », *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, vol. 7, no 3, p. 307-314, juill. 2017, doi: 10.1016/j.jtcme.2016.11.001.
- [25] W. Liu, C. Di Giorgio, M. Lamidi, R. Elias, E. Ollivier, et M. P. De Méo, « Genotoxic and clastogenic activity of saponins extracted from *Nauclea* bark as assessed by the micronucleus and the comet assays in Chinese Hamster Ovary cells », *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 137, no 1, p. 176-183, sept. 2011, doi: 10.1016/j.jep.2011.05.005.
- [26] F. Niamké et al., « Relationships between biochemical attributes (non-structural carbohydrates and phenolics) and natural durability against fungi in dry teak wood (*Tectona grandis* L. f.) », *Annals of Forest Science*, vol. 68, no 1, p. 201-211, 2011, doi: 10.1007/s13595-011-0021-2.
- [27] V. F. Brocco, J. B. Paes, L. G. da Costa, S. Brazolin, et M. D. C. Arantes, « Potential of teak heartwood extracts as a natural wood preservative », *Journal of Cleaner Production*, vol. 142, p. 2093-2099, janv. 2017, doi: 10.1016/j.jclepro.2016.11.074.

Caractérisation des procédés traditionnels et niveau d'appréciation de la sauce « Tchonron » consommée par le peuple Senoufo du Nord de la Côte d'Ivoire

[Characterization of traditional processes and appreciation level of the «Tchonron» sauce consumed by Senoufo people of northern Côte d'Ivoire]

Diallo Djeneba Baba Tapily¹, Yao Konan^{2,3}, and Koné Fankroma Martial Thierry¹

¹Laboratoire de Biocatalyse et des Bioprocédés, UFR Sciences et Technologies des Aliments, Université NANGUI ABROGOUA, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

²Laboratoire de Systématique Herbier et Musée Botanique, Centre National de Floristique, Université Félix HOUPOUËT-BOIGNY, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

³Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire, 01 BP 1303 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 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: Knowledge of traditional culinary cultures is very important for any identity. This study aims to contribute to a better knowledge of the «Tchonron» sauce. This sauce is a traditional food from Senoufo people (northern Côte d'Ivoire), based on leafy vegetables. A number of 640 people in four Savanna regions (Bagoué, Hambol, Poro and Tchologo) of Côte d'Ivoire were interviewed using questionnaires, from October 2019 to September 2020. Only 8.75% of these people had a secondary school education, 14.84% had a primary school education and 76.40% were uneducated. The study revealed that region, age group, school education and professional status influence the appreciation level of the «Tchonron» sauce. As well as the use of cooking water of leaves, which varies according to region and level of education. The use of cooking water of leaves also varies according to region and school education. As for the consumption frequency of this sauce, it is influenced by region, marital status and number of children. However, the largest consumers were from the Hambol and Poro regions. This study showed that the «Tchonron» sauce is appreciated and consumed frequently by the population. This sauce can be prepared according to 3 different processes, but the one requiring pre-cooking of the leaves before the grinding step and addition of oilseed powder remains the most used. This work represents a first approach to knowledge of the culinary culture of the Senoufo people.

KEYWORDS: Food survey, leaf vegetable, « Tchonron », process, Senoufo, Côte d'Ivoire.

RESUME: La connaissance des cultures tradi-culinaires est d'une importance indéniable pour toute identité. Ce travail a été mené afin de contribuer à une meilleure connaissance de la sauce « Tchonron ». Cette sauce est un mets traditionnel à base de légumes-feuilles d'origine Senoufo (Nord de la Côte d'Ivoire). Au total, 640 personnes réparties dans quatre régions savanicoles (Bagoué, Hambol, Poro et Tchologo) de la Côte d'Ivoire ont été interviewées à partir de questionnaires, d'octobre 2019 à septembre 2020. Parmi ces personnes, seul 8,75% avaient un niveau secondaire, 14,84% un niveau primaire et 76,40% étaient non-instruits. L'étude a révélé que le niveau d'appréciation de la sauce « Tchonron » est influencé par la région, la tranche d'âges, le niveau d'instruction et le statut professionnel. Il en est de même de l'eau de cuisson des feuilles dont l'utilisation varie en fonction de la région et du niveau d'instruction. Quant à la fréquence de consommation de cette sauce, elle est influencée par la région, le statut matrimonial et le nombre d'enfants. Toutefois, les Senoufos du Hambol et du Poro en sont les plus grands consommateurs. Cette étude a montré que la majorité des enquêtés apprécie et consomment fréquemment la sauce « Tchonron ». La préparation de cette sauce se fait selon 3 procédés différents, mais celui nécessitant une pré-cuisson des feuilles avant l'étape de broyage et l'ajout de poudre d'oléagineux demeure le plus utilisé. Ce travail constitue une première approche de connaissance de la culture culinaire du peuple Senoufo.

MOTS-CLEFS: Enquête alimentaire, légume-feuille, « Tchonron », procédé, Senoufo, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

L'Afrique Subsaharienne est dotée d'une biodiversité riche en plantes alimentaires [1]. L'ensemble de ces ressources est constitué de différentes parties des espèces végétales (fruits, noix, racines comestibles, plantes médicinales et plantes légumières) récoltées dans divers écosystèmes [2]. Parmi elles, les plantes légumières occupent une place prépondérante dans l'alimentation courante des populations des pays africains. Aussi bien dans les milieux ruraux que urbains, le caractère biologique reconnu des feuilles encore appelées légumes-feuilles, issues de ces plantes, suscite un réel intérêt pour les consommateurs ([3], [4]). En effet, ces légumes-feuilles constituent une composante essentielle en matière de sécurité alimentaire et sanitaire dans de nombreux pays africains ([5], [6], [7]). L'utilisation de légumes-feuilles dans l'alimentation humaine, notamment la morelle noire, fournit 10 à 100 fois plus de nutriments que certains légumes chroniques ([4], [8]). En outre, l'apport en micronutriments et phyto-composés contenus dans ces légumes-feuilles [9] contribueraient à corriger certaines carences chez les populations à revenu intermédiaire des pays en développement comme la Côte d'Ivoire ([7], [10], [11]).

En dépit de cette importance nutritionnelle, les légumes-feuilles traditionnels sont souvent négligés par les populations au profit des plantes exotiques comme la laitue, depuis le début du 20^{ème} siècle avec la modernisation de l'agriculture, suivie de la transition alimentaire. De ce fait, les légumes-feuilles traditionnels ont tendance à disparaître [12], bien qu'ils soient généralement utilisés pour la préparation de certains mets traditionnels ([5], [13]).

En pays Senoufo (Nord de la Côte d'Ivoire), la sauce « Tchonron » est un mets local fait à base de légumes-feuilles sauvages ou cultivés; elle peut être accompagnée de riz ou du tôh (poudre de maïs). Cette sauce représente l'un des mets traditionnels les plus prisés par le peuple Senoufo et qui présente un intérêt tant nutritionnel que thérapeutique. Cependant, elle demeure peu connue par la population ivoirienne.

Malgré l'importance économique, nutritionnelle et médicinale, beaucoup de légumes locaux sont peu utilisés en raison de l'insuffisance des connaissances scientifiques sur leurs potentialités nutritionnelles. Malgré les efforts constatés ces dernières années dans les pays en voie de développement pour rehausser le niveau de connaissance des légumes feuilles ([4], [7], [8], [11], [14]), il existe toujours un gap d'informations à combler notamment sur l'impact des transformations culinaires sur la valeur nutritionnelle des légumes feuilles ([15], [16], [17]).

Cependant, de toutes ces études, aucune ne s'est focalisée sur la sauce « Tchonron » et les différents légumes-feuilles utilisés pour sa réalisation chez le peuple Senoufo. Ainsi, il existe un déficit d'informations à combler, notamment sur l'état de connaissance de la sauce « Tchonron », son niveau d'appréciation, ses modes de préparation et sa fréquence de consommation.

1.1 ZONE D'ÉTUDE

Les enquêtes ont été menées dans quatre régions savanicoles du Nord de la Côte d'Ivoire, à savoir la Bagoué, le Hambol, le Poro et le Tchologo (Figure 1). Le District des savanes (Bagoué, Poro et Tchologo) avec une superficie de 40 323 km² comptait 1 607 497 habitants en 2014 [18]. Le climat est de type soudanais à deux saisons dominées par une grande saison sèche marquée par l'harmattan dont le pic se situe entre décembre et janvier [19]. Quant à la région du Hambol, elle est à cheval sur le climat baouléen (au Sud) et le climat soudanien (au Nord), avec une prédominance du climat soudanien. La région du Hambol couvre une superficie totale de 19 122 km² avec une population estimée à 429 977 habitants [18].

Les régions susmentionnées sont le lieu de rencontre des autochtones Senoufo en Côte Ivoire. Par ailleurs, sur la base d'une prospection réalisée et de la revue de la littérature, par région six (06) localités ont été retenues de façon aléatoire, à raison de deux (02) sous-préfectures et deux (02) villages par sous-préfecture, soit un total de 24 localités visitées pour l'enquête.

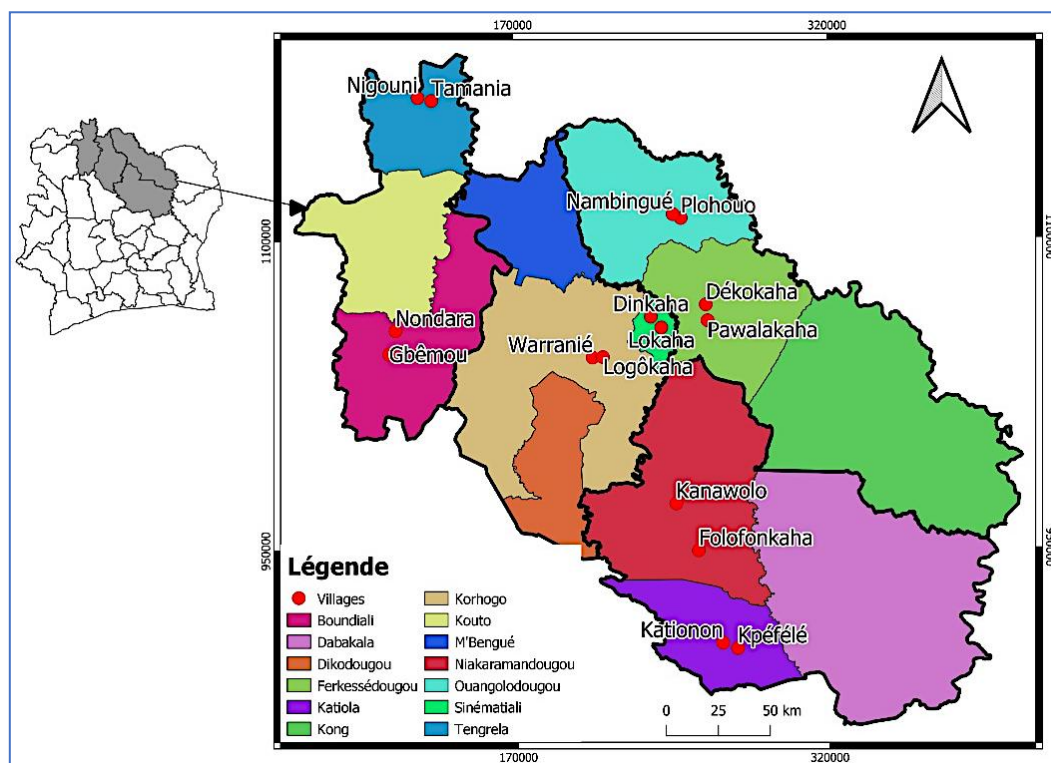


Fig. 1. Présentation de la zone d'étude

1.2 ENQUÊTES ETHNOBOTANIQUE ET DE CONSOMMATION

1.2.1 DÉTERMINATION DE LA TAILLE DE L'ÉCHANTILLON

La taille de l'échantillon retenu pour l'enquête a été calculée selon la méthode décrite par [20]:

$$n = t^2 \times \frac{p(1-p)}{m^2} \quad (1)$$

Avec n = taille d'échantillon requise, $t = 1,96$ à un niveau de confiance de 95%, m = marge d'erreur à 4%. Dans ce travail, la proportion p estimée de la population est de 50%.

Ainsi un échantillon de 600 individus minimum représentatif de la population a été obtenu. Toutefois, l'enquête a porté sur un effectif de 640 personnes réparties équitablement à raison de 160 personnes par région, dont 150 femmes et 10 hommes.

1.2.2 COLLECTE DES DONNÉES

Des séries d'enquêtes ethnobotanique et de consommation ont été menées dans les quatre régions choisies, à l'aide d'un questionnaire pré-élaboré en utilisant un entretien semi-directif. L'enquête s'est déroulée durant la période allant d'octobre 2019 à septembre 2020. Le questionnaire a été administré auprès de 640 personnes, souvent suivi d'un entretien sur le procédé de préparation de la sauce « Tchonron » dans chaque localité choisie. Les enquêtés ont été sélectionnés de façon aléatoire à différents endroits (marchés, ménages, rues, champs). Les grandes lignes de l'interview ont concerné les informations sur la sauce « Tchonron », le niveau de connaissance, le niveau d'appréciation, la fréquence de consommation et le mode de préparation de ladite sauce. Le dialogue s'est déroulé en langue officielle (Français) ou en langue locale (Dioula, Tcheibara ou Tagbanan) selon la langue maîtrisée par l'enquêté. La visite des enquêtés s'est faite de façon spontanée et sans aucun rendez-vous.

1.2.3 TRAITEMENT ET ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES

La fréquence de consommation (FC) de la sauce « Tchonron » représentant le nombre moyen de fois que cette sauce est consommée par mois et par individu, a été déterminée selon la méthode [8]. Cette fréquence est ramenée à la consommation journalière et est calculée comme suit:

$$FC = \left(\sum \frac{f_i}{n} \right) / 30 \quad (2)$$

Avec f_i = Fréquence de consommation individuelle = nombre de fois qu'un individu i consomme une espèce donnée par mois;
 n = nombre total d'individus enquêtés.

Ainsi, une répartition de la consommation de la sauce « Tchonron » par individu et par mois a été appréciée au moyen d'un score établi comme suit:

- $0 \leq FC \leq 1$ fois par mois = sauce moins consommée;
- $2 \leq FC \leq 3$ fois par mois = sauce peu consommée;
- $FC > 3$ fois par mois = sauce bien consommée

Les données de l'enquête ont été dépouillées à l'aide du logiciel SPHINX Plus² et transférées sur le logiciel SPSS 20.0 pour établir la base de données, avant d'être transférées sur le tableur EXCEL version 2016. Trois types d'analyse statistique ont été réalisées: analyses descriptives, analyses différentielles (Test de Khi²) et analyses descriptives multidimensionnelles (AFC). Les statistiques descriptives ont permis de traduire les données unies, bi et tri variées en graphiques et en pourcentage. Le logiciel EXCEL a été utilisé pour réaliser les graphiques, les comparaisons entre les variables dépendantes ont été déterminées par le test de Khi² lorsqu'une relation existe au seuil de 0,05%. Le test de Khi² est complété par la procédure utilisant le logiciel XLSTAT version 2014 [21]. Ce test indique la force des relations entre deux variables contenues dans les tableaux de contingence. Les Analyses Factorielles des Correspondances (AFC) ont été effectuées pour des comparaison des variables à plus de trois modalités.

2 RESULTATS

2.1 CARACTÉRISTIQUES SOCIODÉMOGRAPHIQUES DES ENQUÊTÉS

Les résultats de l'enquête montrent que sur un total de 640 personnes interviewées, la tranche d'âge variant de 25 à 59 ans a été la plus rencontrée avec une proportion de 66,72%, suivie de celle des vieillards (60 ans et plus) qui représentait 22,65%, puis vient celle des jeunes et adolescents (âge < 25 ans) ne représentant que 10,62% (Tableau 1).

Les données recueillies montrent également que les paysans représentent 42,34% de l'ensemble des enquêtés. Par contre, ceux exerçant une profession libérale, les tradipraticiens et les fonctionnaires représentent respectivement 34,84%, 16,40% et 6,41%.

En ce qui concerne le niveau d'instruction des personnes interrogées, seuls 8,75% des personnes enquêtées ont un niveau secondaire et plus. Celles n'ayant aucun niveau d'instruction ont constitué la grande majorité (soit 76,40%) des enquêtés, suivies de celles ayant un niveau primaire représentées par 14,84%.

Tableau 1. Caractéristiques sociodémographiques des enquêtés

Paramètre	Modalités	Effectif	Pourcentage (%)
Genre	Féminin	600	93,75
	Masculin	40	6,25
Age	0 à 24 ans	68	10,62
	25 à 59 ans	427	66,72
	60 ans et plus	145	22,65
Profession	Fonctionnaire	41	6,41
	Paysan	271	42,34
	Profession libérale	223	34,84
	Tradipraticien	105	16,40
Niveau d'instruction	Non instruit	489	76,40
	Primaire	95	14,84
	Secondaire et plus	56	8,75

2.2 NIVEAU D'APPRÉCIATION DE LA SAUCE « TCHONRON »

2.2.1 RÉPARTITION DU NIVEAU D'APPRÉCIATION DE LA SAUCE « TCHONRON » SELON LES RÉGIONS

Les résultats présentés à la Figure 2 montrent que l'appréciation de la sauce « Tchonron » varie en fonction des régions. En effet, cette sauce est peu appréciée dans la région de la Bagoué, contrairement aux trois autres régions (Hambol, Poro et Tchologo) où elle est bien appréciée respectivement à 53,16%, 56,21% et 67,92%. Toutefois, il n'y a pas de différence significative entre les différentes régions concernant la modalité n'apprécie pas la sauce « Tchonron ». Cependant, le niveau d'appréciation le plus élevé est obtenu dans la région du Tchologo, tandis que le niveau d'appréciation le plus faible est enregistré dans la région de la Bagoué.

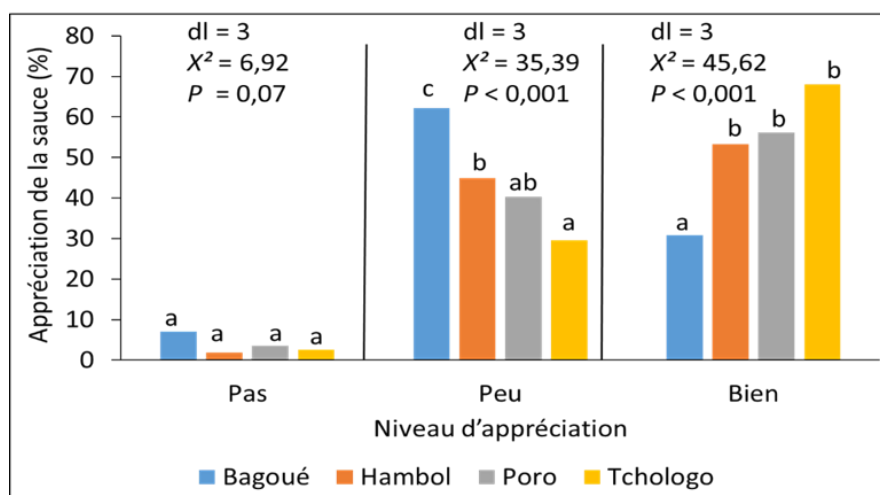


Fig. 2. Niveau d'appréciation de la sauce « Tchonron » en fonction des régions

Les bandes portant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes ($P < 0,05$)

2.2.2 RÉPARTITION DU NIVEAU D'APPRÉCIATION DE LA SAUCE « TCHONRON » SELON LA TRANCHE D'ÂGES

Le niveau d'appréciation de la sauce « Tchonron » augmente au fur et à mesure que la tranche d'âges augmente. En effet, la Figure 3 révèle que la sauce « Tchonron » est bien appréciée par les personnes dont la tranche d'âges est supérieure à 59 ans. Celles dont l'âge est compris entre 25 et 59 ans, apprécient peu la sauce « Tchonron », pendant que les personnes dont l'âge est inférieur à 25 ans n'apprécient pas cette sauce.

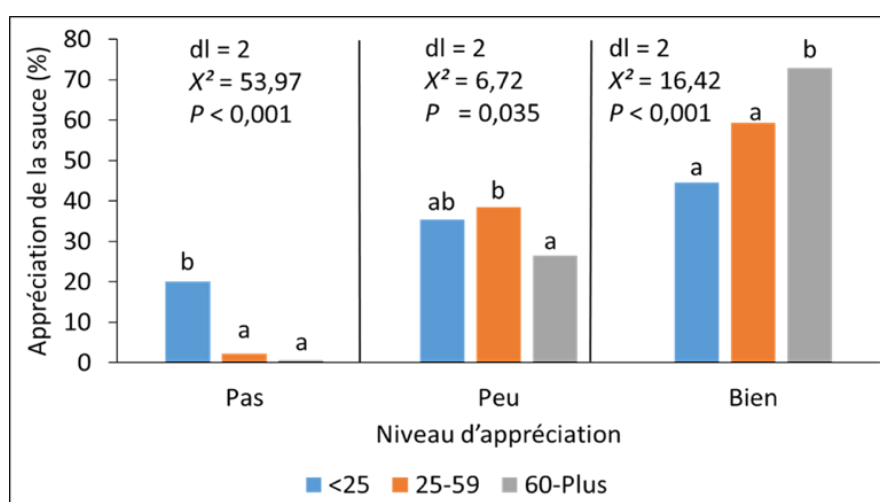


Fig. 3. Niveau d'appréciation de la sauce « Tchonron » en fonction de l'âge

Les bandes portant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes ($P < 0,05$)

2.2.3 RÉPARTITION DU NIVEAU D'APPRÉCIATION DE LA SAUCE « TCHONRON » SELON LE NIVEAU D'INSTRUCTION

Le niveau d'instruction a une influence significative ($P < 0,05$) sur l'appréciation de la sauce « Tchonron » par les populations enquêtées (Figure 4). En effet, la sauce « Tchonron » est beaucoup plus appréciée par les personnes n'ayant pas de niveau d'instruction (65,51%), pendant que les personnes de niveau primaire l'apprécient peu (51,61%) et celles du niveau secondaire et plus l'apprécient moins bien (37,28%).

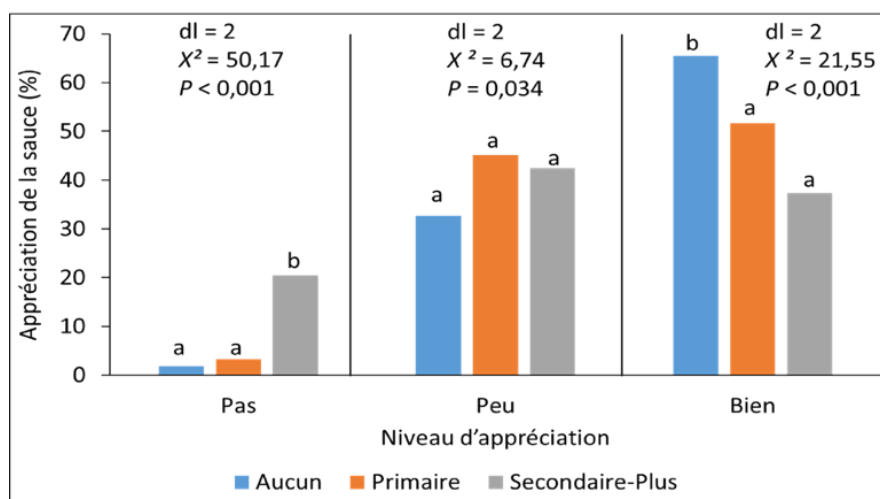


Fig. 4. Niveau d'appréciation de la sauce « Tchonron » en fonction du niveau d'instruction

Les bandes portant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes ($P < 0,05$)

2.2.4 RÉPARTITION DU NIVEAU D'APPRÉCIATION DE LA SAUCE « TCHONRON » SELON LE STATUT PROFESSIONNEL

Le niveau d'appréciation de la sauce « Tchonron » varie d'un statut professionnel à l'autre (Figure 5). En effet, les paysans et les tradipraticiens se distinguent par des niveaux d'appréciation élevés de la sauce « Tchonron » avec des taux respectifs de 68,46 et 65,45%. Par contre, les fonctionnaires ont le niveau d'appréciation le plus faible avec 24,13%. Par ailleurs, le test d'indépendance de χ^2 et la procédure de Marascuilo ont révélé des différences significatives ($P < 0,05$) entre les niveaux d'appréciation des fonctionnaires et des autres professions.

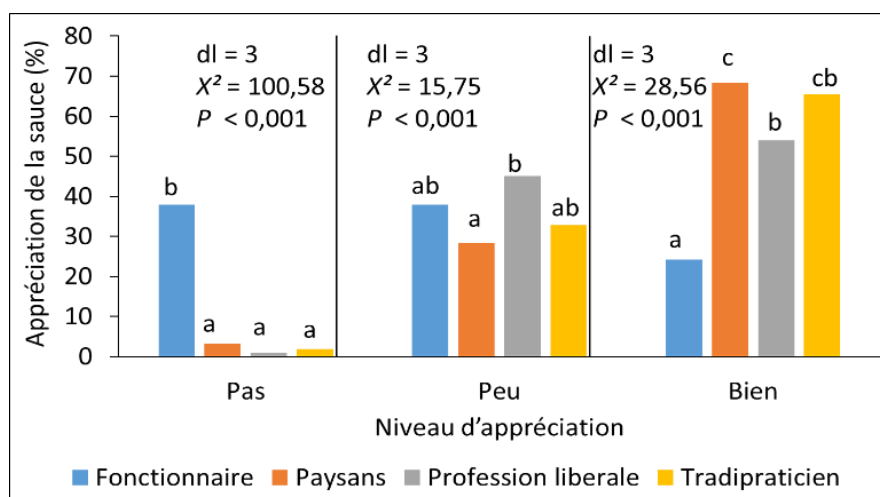


Fig. 5. Niveau d'appréciation de la sauce « Tchonron » en fonction de la profession

Les bandes portant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes ($P < 0,05$)

2.3 INFLUENCE DE LA RÉGION, DU STATUT MATRIMONIAL ET DU NOMBRE D'ENFANTS SUR LA CONSOMMATION DE LA SAUCE « TCHONRON »

2.3.1 RÉPARTITION DE LA FRÉQUENCE DE CONSOMMATION DE LA SAUCE « TCHONRON » EN FONCTION DE LA RÉGION

La fréquence de consommation (FC) de la sauce « Tchonron » diffère d'une région à l'autre (Figure 6). Par ailleurs, les résultats ont montré que la sauce « Tchonron » est beaucoup plus consommée par mois dans la région du Hambol (FC = 81%), contrairement à la Bagoué où elle est faiblement consommée (FC = 31%). En outre, dans les régions du Poro et du Tchologo, les fréquences de consommation se situent entre celles du Hambol et de la Bagoué, elles varient de 61 à 69%.

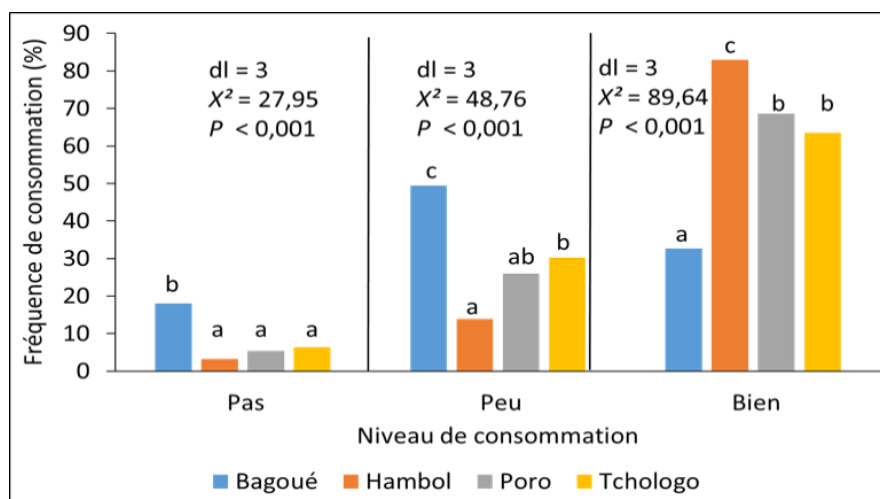


Fig. 6. Niveau de consommation de la sauce « Tchonron » en fonction des régions

Les bandes portant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes ($P < 0,05$)

2.3.2 RÉPARTITION DE LA FRÉQUENCE DE CONSOMMATION DE LA SAUCE « TCHONRON » EN FONCTION DU STATUT MATRIMONIAL

Le statut matrimonial a une influence significative ($P < 0,05$) sur la fréquence de consommation de la sauce « Tchonron » (Figure 7). En effet, l'enquête a révélé que les personnes mariées sont celles qui consomment le plus la sauce « Tchonron » (FC = 70,51%). A l'opposé, la consommation la plus faible a été enregistrée chez les personnes célibataires (FC = 30,50%).

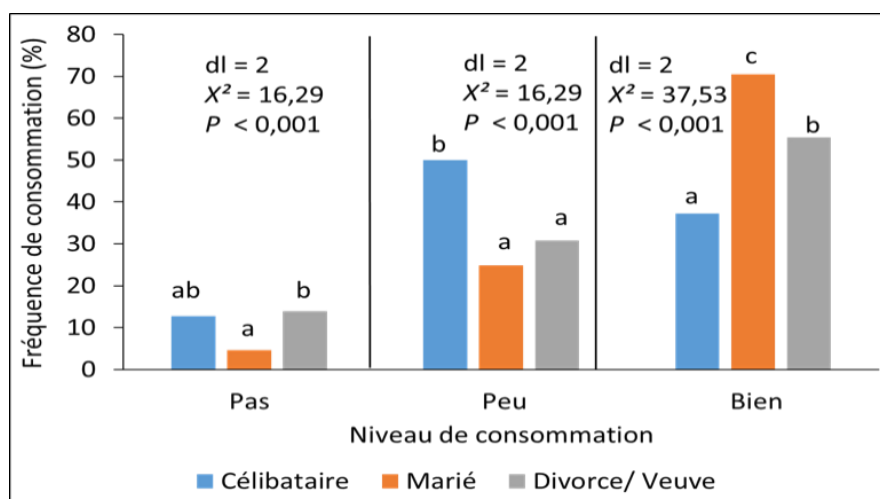


Fig. 7. Niveau de consommation de la sauce « Tchonron » en fonction du statut matrimonial

Les bandes portant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes ($P < 0,05$)

2.3.3 RÉPARTITION DE LA FRÉQUENCE DE CONSOMMATION DE LA SAUCE « TCHONRON » EN FONCTION DU NOMBRE D'ENFANTS

La fréquence de consommation de la sauce « Tchonron » est également influencée par le nombre d'enfants (Figure 8). En effet, les personnes ayant au moins un (01) enfant et plus consomme le plus la sauce « Tchonron » avec un taux de 64,27%. Par contre, les personnes n'ayant aucun enfant ont la fréquence de consommation la plus faible de l'ordre de 34,88%. En outre, le test d'indépendance de χ^2 a montré que la fréquence de consommation des personnes n'ayant pas d'enfant et ceux ayant des enfants diffèrent significativement ($P < 0,05$).

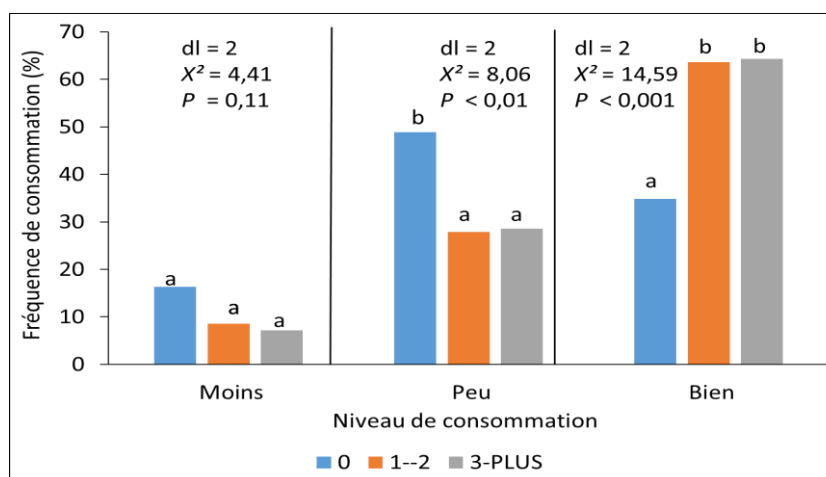


Fig. 8. Niveau de consommation de la sauce « Tchonron » en fonction du nombre d'enfants

Les bandes portant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes ($P < 0,05$)

2.4 UTILISATION DE L'EAU DE CUISSON DES FEUILLES DE LA SAUCE « TCHONRON »

2.4.1 RÉPARTITION DE DE L'USAGE DE L'EAU DE CUISSON SELON LES RÉGIONS

L'usage de l'eau de cuisson des feuilles « Tchonron » semble être spécifique aux régions enquêtées (Figure 9). En effet, les résultats de l'AFC indiquent que l'eau de cuisson est totalement utilisée par les populations de la région de la Bagoué. Contrairement aux régions du Poro et du Tchologo, où cette eau ne s'utilise pas pour la préparation de la sauce « Tchonron ». En revanche, l'eau de cuisson des feuilles est en partie utilisée dans la région du Hambol.

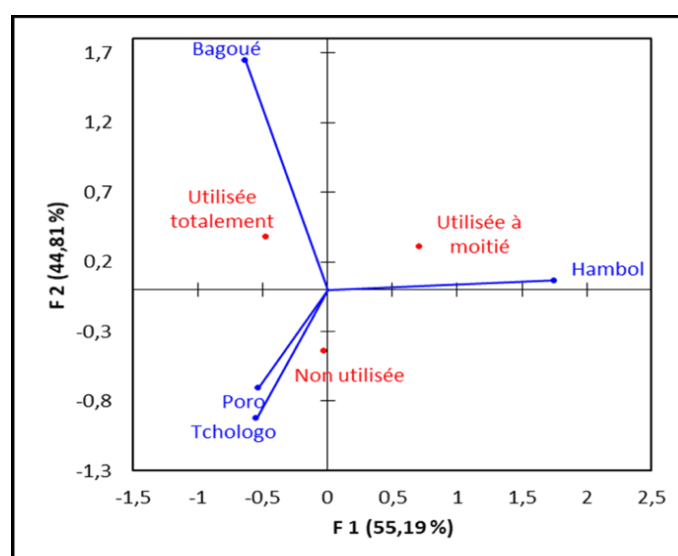


Fig. 9. Usage de l'eau de cuisson des feuilles de « Tchonron » selon les régions

2.4.2 RÉPARTITION DE L'USAGE DE L'EAU DE CUISSON SELON LA TRANCHE D'ÂGE

L'AFC présentée à la Figure 10, montre que l'utilisation de l'eau de cuisson des feuilles de « Tchonron » par la population enquêtée diffère selon la tranche d'âges. En effet, la majorité des personnes dont la tranche d'âges varie de 60 ans et plus utilise totalement l'eau de cuisson des feuilles. Par contre, l'eau de cuisson des feuilles est utilisée à moitié par les enquêtés dont l'âge est compris entre 25 et 59 ans, pendant que la plupart de ceux dont l'âge est inférieur à 25 ans n'utilisent pas cette eau.

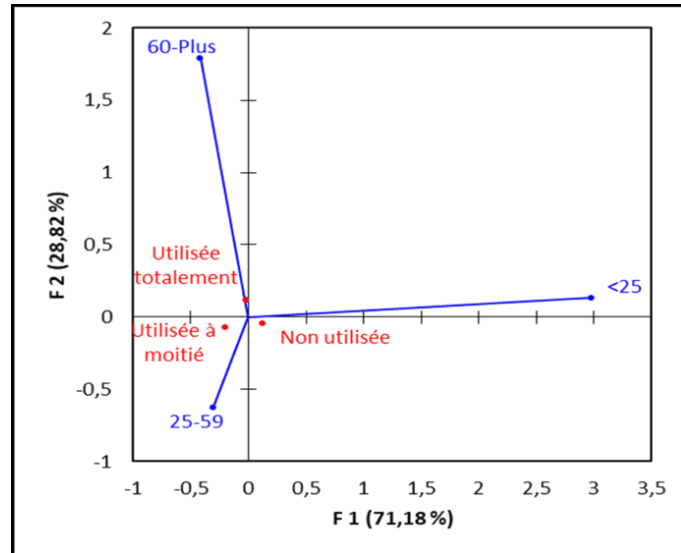


Fig. 10. Usage de l'eau de cuisson des feuilles de « Tchonron » selon la tranche d'âge

2.4.3 RÉPARTITION DE L'USAGE DE L'EAU DE CUISSON SELON LE NIVEAU D'INSTRUCTION

L'enquête a révélé des différences dans l'utilisation de l'eau de cuisson durant la préparation de la sauce « Tchonron » (Figure 11). En effet, les personnes sans niveau d'instruction n'utilisent presque pas l'eau de cuisson des feuilles de « Tchonron », contrairement aux personnes instruites. En outre, L'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) a montré que les personnes ayant un niveau primaire utilisent à moitié l'eau de cuisson, tandis que celles d'un niveau secondaire et plus utilisent la totalité de l'eau de cuisson dans la préparation de la sauce « Tchonron ».

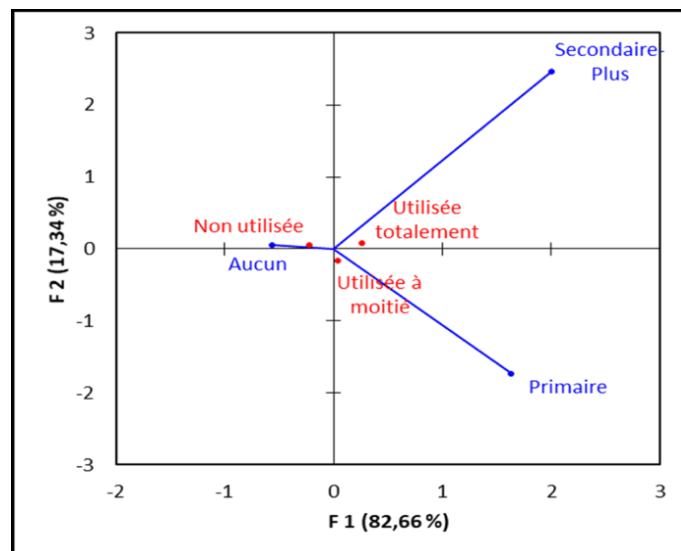


Fig. 11. Usage de l'eau de cuisson des feuilles de « Tchonron » selon le niveau d'instruction

2.4.4 RÉPARTITION DE L'USAGE DE L'EAU DE CUISSON SELON LA PROFESSION

L'usage de l'eau de cuisson des feuilles de « Tchonron » par la population enquêtée varie d'un statut professionnel à l'autre (Figure 12). En effet, les personnes exerçant une profession libérale et les fonctionnaires utilisent le plus l'eau de cuisson des feuilles dans leur préparation. L'AFC a révélé également que les tradipraticiens (à majorité des hommes) utilisent à moitié cette eau de cuisson, pendant que les paysans ne l'utilisent pratiquement pas.

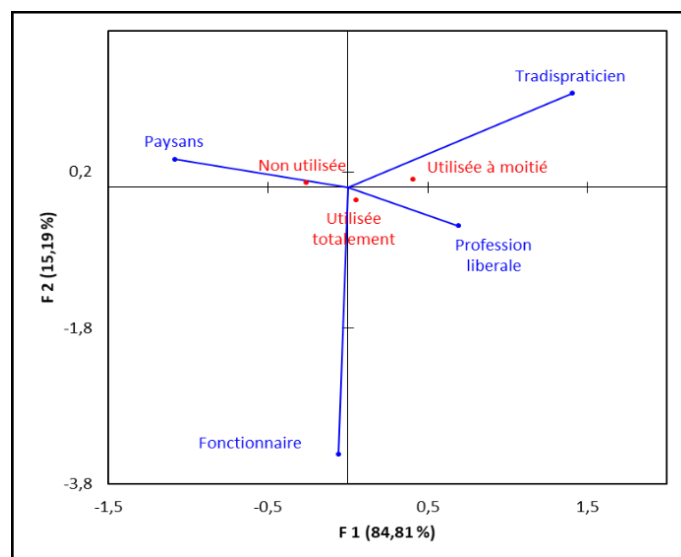


Fig. 12. Usage de l'eau de cuisson des feuilles de « Tchonron » selon la profession

2.5 PROCÉDÉ DE PRÉPARATION DE LA SAUCE « TCHONRON »

Trois modes de préparation (Process 1, 2 et 3) de la sauce « Tchonron » ont été recensés chez le peuple Senoufo (Figure 13). Ces différents procédés de préparation suivent les principales étapes suivantes: lavage des feuilles après un tri, broyage des feuilles avant ou après leur pré-cuisson, ajout ou non de sel végétal à la préparation, puis cuisson après ajout d'oléagineux.

Au cours de l'enquête, une particularité a été trouvée chez les Senoufo de la Bagoué. En effet, contrairement aux autres régions (Hambol, Poro, Tchologo) où les populations précuisent toujours les feuilles avant de les broyer (Process 1 et 2), les riverains de la Bagoué broient les feuilles avant de les précuire pendant 20 à 35 min (Process 3). L'ajout ou non de sel végétal (potasse) dans la préparation de la sauce « Tchonron » se fait dans toutes les régions. Cependant, la présence de potasse induit une réduction du temps de cuisson de 15 min environ. En effet, les procédés utilisant de la potasse ont des durées de cuisson de l'ordre de 30 à 40 min, tandis que ceux n'utilisant pas de potasse nécessitent des temps de cuisson un peu plus longs de l'ordre de 45 à 55 min.

Afin de donner une meilleure saveur et/ou arôme à la sauce « Tchonron », les populations rajoutent d'autres intrants à la préparation. Il s'agit d'oléagineux tels que l'arachide, l'arille de *Blighia* et la pistache, incorporés sous forme de poudre ou de pâte. Dans le Hambol, les habitants ont la spécificité d'utiliser les oléagineux sous forme de pâte (Process 1), comparativement aux autres régions qui les utilisent sous forme de poudre. Toutefois, l'arachide est l'oléagineux le plus utilisé dans la confection de ce mets par les populations enquêtées.

Les résultats de l'AFC présentés à la Figure 14 attestent que le mode de préparation de la sauce « Tchonron » est bien spécifique à chacune des quatre régions enquêtées. En effet, le Process 3 est utilisé dans la région de la Bagoué pour la préparation de la sauce « Tchonron », pendant que dans le Hambol c'est le Process 1. Dans les régions du Poro et du Tchologo, cette sauce est confectionnée selon le Process 2.

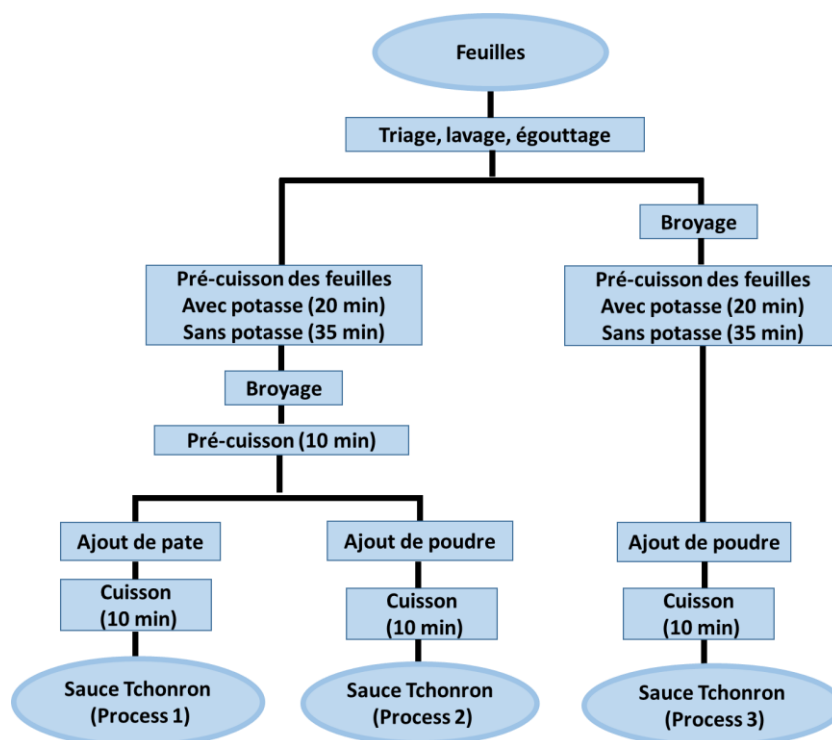


Fig. 13. Diagramme de préparation de la sauce « Tchonron »

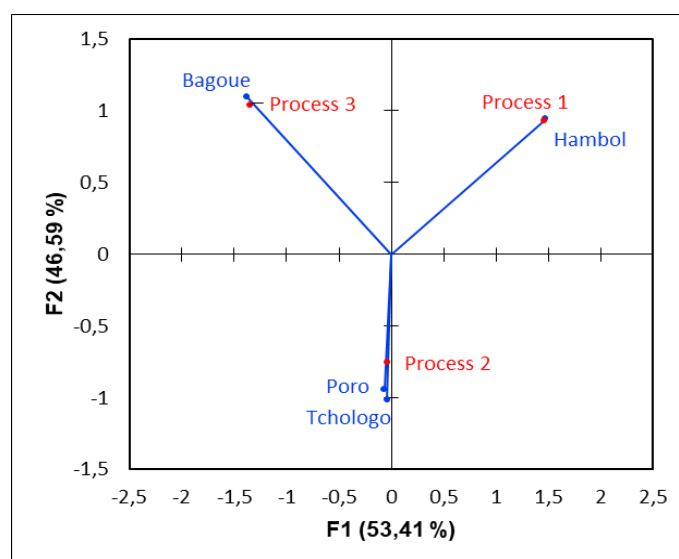


Fig. 14. Analyse Factorielle des Correspondances des différents modes de préparation de la sauce « Tchonron » selon les régions

3 RESULTATS

L'enquête de perception de la sauce « Tchonron » s'est appuyée sur 93,75% de femmes contre 6,25% d'hommes Senoufo du Nord de la Côte d'Ivoire. Cet écart s'explique par la responsabilité des femmes au sein des ménages, étayée par la culture du peuple Senoufo. En effet, l'art culinaire traditionnel est en général transmis de mère en fille. Des études sur le rôle de la femme dans le développement local et la préservation des ressources forestières en Côte d'Ivoire, ont montré que ce sont les femmes qui connaissent et maîtrisent les astuces de la cuisine traditionnelle ([22], [23]).

L'enquête réalisée dans cette étude a montré que la sauce « Tchonron » est diversement appréciée dans les quatre régions du peuple Senoufo de la Côte d'Ivoire. En effet, le Hambol, le Poro et Tchologo sont les régions où le niveau d'appréciation de la sauce « Tchonron » est très élevée comparativement à la région de la Bagoué où cette sauce est moins bien appréciée. Cela pourrait s'expliquer par le fait que

les trois premières régions appartiennent à des zones phytogéographiques liées non seulement à l'attachement des populations aux valeurs culturelles, mais également au seuil accru de pauvreté. Contrairement à la Bagoué, où la population néglige les pratiques culturelles au détriment de l'orpaillage qui est de plus en plus accru et constitue l'une des activités principales de la population. Cette activité a eu pour incidence de modifier les habitudes alimentaires de la population qui adopte de plus en plus un mode de vie occidentale. En effet, la population a peu recours aux plantes pour s'alimenter et traite ce mets traditionnel d'aliment de pauvres (personnes à faible revenu), d'où cette faible appréciation constatée.

Il ressort également de ce travail que quel que soit la localité, l'appréciation de la sauce « Tchonron » varie selon l'âge, le niveau d'instruction et le statut professionnel, mais aussi selon le statut matrimonial et le nombre d'enfants des populations enquêtées. Ce sont les personnes âgées de plus de 60 ans qui apprécient le plus la sauce « Tchonron », pendant que les personnes les moins âgées l'apprécient moins bien. En effet, les personnes âgées sont les garants de nos cultures et détiennent une bonne partie du savoir ancestral qui se transmet oralement. Ces résultats corroborent ceux qui rapportent que l'âge des individus est un facteur influençant le niveau de connaissance et de consommation des plantes alimentaires [24]. Toutefois, il faut noter qu'environ 65,50% des personnes non instruites apprécient la sauce « Tchonron » par rapport à celles ayant un niveau scolaire. Cette assertion a été montrée dans les études précédentes qui soutiennent que les personnes non instruites sont les plus attachées aux valeurs culturelles ([8], [23]). Concernant le statut professionnel de la population enquêtée, seuls les fonctionnaires apprécient moins bien ou n'apprécient pas du tout la sauce « Tchonron ». Cela s'expliquerait par le fait que la consommation des légumes-feuilles reste l'apanage des personnes à faible revenu. En effet, une étude sur la contribution des légumes-feuilles à la nutrition des populations en zones urbaines de la Côte d'Ivoire, a montré que les ménages à faible niveau de vie consomment plus les légumes-feuilles que ceux à niveau élevé [8].

Par ailleurs, la fréquence de consommation de la sauce « Tchonron » est influencée par la situation matrimoniale des Senoufos enquêtés. En effet, les personnes mariées sont les plus grands consommateurs de cette sauce. A l'opposé, ce sont les célibataires qui en consomment le moins. Cela pourrait s'expliquer par la liberté ou non qu'ont les célibataires de choisir leurs mets en tenant compte du budget et de la taille des ménages. Au cours d'une récente étude, il a été montré que le statut matrimonial est associé à l'insécurité alimentaire des ménages [25]. Dans ces mêmes ménages qui contiennent plus d'un enfant, la fréquence de consommation de la sauce « Tchonron » est plus élevée comparativement à ceux qui n'ont pas d'enfant. Cela illustre bien le lien entre le nombre d'enfants et la fréquence de consommation de la sauce « Tchonron » par les ménages. Toutefois, ce résultat est en contradiction avec des études menées dans quatre communes de la région Nord du Burkina Faso, qui ont montré que la taille des ménages n'est pas un déterminant significatif de la diversité alimentaire et de la fréquence alimentaire [26]. En outre, les études menées par certains auteurs ([8], [27], [28]) ont montré que la consommation des légumes-feuilles serait influencée par la disponibilité, le goût et la facilité de cuisson des feuilles. D'autres ont également montré que des activités diverses comme le maraîchage influencent la consommation des légumes-feuilles ([8], [29]).

Dans la zone Nord de la Côte d'Ivoire qui a fait l'objet de cette étude, trois modes de préparation de la sauce « Tchonron » ont été identifiés selon les régions. Ces différents modes de préparation s'expliqueraient par la diversité du patrimoine culinaire et culturel du peuple Senoufo d'une région à une autre. La cuisson à l'eau étant le mode le plus courant, elle favoriserait l'élimination des facteurs antinutritionnels contenus dans les feuilles [30]. De plus, au cours de la cuisson, certains nutriments des feuilles diffusent dans l'eau de cuisson ([30], [31]). Ce qui pourrait expliquer les raisons pour lesquelles dans quelques régions du Nord de la Côte d'Ivoire, certaines personnes réutilisent l'eau de cuisson dans leur procédé culinaire. En effet, l'enquête menée dans cette étude a révélé que les personnes instruites, celles d'un certain âge avancé, puis celles exerçant une profession libérale et les fonctionnaires réutilisent l'eau de cuisson des feuilles durant la préparation de la sauce « Tchonron », contrairement aux autres catégories de personnes qui la rejettent. Ces rejets se sont justifiés soit par une mauvaise appréciation du goût due à une forte concentration de potasse utilisée durant la préparation et/ou du goût amer lié à l'origine des légumes-feuilles utilisés; soit par une méconnaissance nutritionnelle de l'eau de cuisson des feuilles. Cette assertion a été rapportée par la plupart des populations du Burkina Faso qui rejetaient l'eau de cuisson à cause de l'amertume de certains légumes-feuilles utilisés dans les préparations culinaires [32].

4 CONCLUSION

L'enquête de perception menée dans les quatre régions révèle que la sauce « Tchonron » est appréciée par le peuple Senoufo du Nord de la Côte d'Ivoire, et que les légumes-feuilles occupent une place de choix dans leur habitude alimentaire. L'origine socio-culturelle et les habitudes alimentaires sont les principaux facteurs de consommation de la sauce « Tchonron ». Par ailleurs, l'étude a montré que la région, le niveau d'instruction, le statut professionnel et l'âge sont des facteurs qui influencent l'appréciation de la sauce « Tchonron ». Toutefois, dans les quatre régions une diversification des modes de préparation et de l'usage de l'eau de cuisson des feuilles de « Tchonron » a été observée. Après cuisson, l'eau de cuisson des feuilles n'est pas toujours utilisée par la population qui ignore sa valeur nutritionnelle. Une sensibilisation et des encouragements devraient être faits pour une meilleure utilisation de l'eau de cuisson des feuilles, en mettant l'accent sur l'apport nutritionnel et les problèmes de santé qui pourraient être mieux résolus. A l'instar de cette sauce, il serait utile de mener des

études sur les différents légumes-feuilles utilisés pour sa réalisation et les bénéfices santé de ces plantes en vue de mettre en place un inventaire national et mieux promouvoir leur valorisation.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le Centre National de Floristique (CNF) de Cocody – Abidjan (Côte d'Ivoire) pour l'identification des espèces. Nos remerciements vont également à l'endroit des populations du District des Savanes et du Hambol pour avoir autorisé l'accès à leurs domiciles et pour leur accueil chaleureux.

REFERENCES

- [1] J. T. C. Codjia, A. E. Assogbadjo, and M. R. M. Ekué, «Diversité et valorisation au niveau local des ressources végétales forestières alimentaires du Bénin», *Cahiers agricultures*, vol. 12, no. 5, pp. 321-331, 2003.
- [2] C. Moupela, C. Vermeulen, J.-L. Doucet, K. Dainou, and P. Lebaillly, «Importance de *Coula edulis* Baill. pour les populations du Sud-Est du Gabon: niveaux de prélèvement et potentiel économique de l'espèce», *Tropicultura*, vol. 32, no. 1, pp. 37-45, 2014.
- [3] I. E. Mbaeyi-Nwa, and V. N. Emejulu, «Evaluation of phytochemical composition and antimicrobial activity of sweet potato (*Ipomoea batatas*) leaf», *Pakistan Journal of Nutrition*, vol. 12, no. 6, pp. 575-586, 2013.
- [4] N. B. Yao, N. E. Kpata-Konan, K. L. Guetandé, and K. Tano, «Caractérisation de quelques légumes-feuilles les plus consommés dans la ville de Daloa (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire)», *European Scientific Journal*, vol. 16, no. 36, pp. 257-284, 2020.
- [5] S. J. E. Ehilé, C. A. Kouamé, D. Y. N'dri, and G. N. Amani, «Identification et procédés traditionnels de préparation de légumes-feuilles spontanées dans des ménages de population vivant en milieu urbain, Côte d'Ivoire, Afrique de l'Ouest», *Afrique SCIENCE*, vol. 15, no. 4, pp. 366-380, 2019.
- [6] K. Batawila, S. Apkavi, W. Kperkouma, M. Kanda, R. Vodouhe, and K. Akpagana, «Diversité et gestion des légumes de cueillette au Togo», *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, vol. 7, no. 14, pp. 2-21, 2007.
- [7] A. E. Agbo, K. Kouassi, D. A. Gouekou, S. Méité, A. Gbogouri, and K. Brou, «Antioxidant activities in sweet potatoes leaves steamed with spices», *Journal of Food Research*, vol. 9, no. 4, pp. 41-49, 2020.
- [8] K. Yao, M. W. Kone, and K. Kamanzi, «Contribution des légumes feuilles à la nutrition des populations en zones urbaines de la Côte d'Ivoire», *European Journal of Scientific Research*, vol. 130, no. 4, pp. 338-351, 2015.
- [9] T. Sanclemente, I. Marques-Lopes, M. Fajó-Pascual, M. Cofán, E. Jarauta, E. Ros, J. Puzo, and A. García-Otín, «Naturally-occurring phytosterols in the usual diet influence cholesterol metabolism in healthy subjects», *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, vol. 22, no. 10, pp. 849-855, 2012.
- [10] C. F. Acho, L. T. Zoue, E. E. Akpa, V. G. Yapo, and S. L. Niamké, «Leafy vegetables consumed in Southern Côte d'Ivoire: a source of high value nutrients», *Journal of Animal and Plant Sciences*, vol. 20, no. 3, pp. 3159-3170, 2014.
- [11] A. O.-A. Atchibri, L. C. Soro, C. Kouame, E. A. Agbo, and K. K. A. Kouadio, «Valeur nutritionnelle des légumes feuilles consommés en Côte d'Ivoire», *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 6, no. 1, pp. 128-135, 2012.
- [12] S. A. Shumsky, G. M. Hickey, B. Pelletier, and T. Johns, «Understanding the contribution of wild edible plants to rural social-ecological resilience in semi-arid Kenya», *Ecology and Society*, vol. 19, no. 4, pp. 34, 2014.
- [13] K. A. Kouakou, Y. S. S. Barima, G. G. Zanh, K. Traoré, and J. Bogaert, «Inventaire et disponibilité des produits forestiers non-ligneux utilisés par les populations riveraines de la Forêt Classée du Haut-Sassandra après la période de conflits armés en Côte d'Ivoire», *Tropicultura*, vol. 35, no. 2, pp. 121-136, 2017.
- [14] B. A. Yoboué, A. L. I. Nogbou, K. A. L. Déré, Z. E. B. N'Goran-Aw, S. Doudjo, G. G. Tiahou, and N. E. Assidjo, «Caractérisation qualitative et quantitative de la consommation de différents groupes d'aliments en Côte d'Ivoire», *European Scientific Journal*, vol. 14, no. 17, pp. 297-312, 2018.
- [15] A. F. Zoro, L. T. Zoué, M. E. Bédikou, S. A. Kra, and S. L. Niamké, «Effect of cooking on nutritive and antioxidant characteristics of leafy vegetables consumed in Western Côte d'Ivoire», *Archives of Applied Science Research*, vol. 6, no. 4, pp. 114-123, 2014.
- [16] D. A. Gouekou, S. S. Guédé, E. A. Agbo, and A. G. Gbogouri, «Optimization of water cooking of sweet potato (*Ipomoea batatas*) leaves and characterization of three nutritional interest molecules (folic acid, iron and phytate)», *European Journal of Nutrition and Food Safety*, vol. 10, no. 4, pp. 242-252, 2019.
- [17] L. C. Soro, M. B. Kone, A. K. K. Kouadio, and A. L. O.-A. Atchibri, «Influence de la cuisson à l'eau et du séchage sur la valeur nutritionnelle de trois légumes feuilles (*Hibiscus sabdarifa*, *Solanum nigrum* et *Corchorus olitorius*) consommés en Côte d'Ivoire», *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 16, no. 1, pp. 34-41, 2022.
- [18] INS, Institut National de Statistiques, Recensement général de la population et de l'habitat, 2014. [En ligne]: <http://www.ins.ci/n/> (03 Mars 2019).
- [19] S. R. Koman, W. B. Kpan, K. Yao, and D. Ouattara, «Plantes utilisées dans le traitement traditionnel de l'infertilité féminine dans le département de Dabakala (Côte d'Ivoire) » *Journal of Animal and Plant Sciences*, vol. 42, no. 1, pp. 7086-7099, 2019.

- [20] P. Dagnelie, *Statistiques théoriques et appliquées*, 1ère Ed. De Boeck, Bruxelles, Belgique, 1998.
- [21] L. A. Marascuilo, and R. C. Serlin, *Statistical methods for the social and behavioral sciences*, WH Freeman/Times Books/Henry Holt & Co, 1988.
- [22] A. Alaoui, S. Laaribya, N. Gmira, and F. Benchechrone, «Le rôle de la femme dans le développement local et la préservation des ressources forestières-Cas de la commune de Sehoul au Maroc,» *Forêt méditerranéenne*, vol. 33, no. 4, pp. 369-378, 2012.
- [23] N. J.-M. N'zebo, K. M. Dje, and A. P. Ahi, «Etat des connaissances et usages traditionnels des fruits de *Tetrapleura tetraptera* ((Schumacher & Thonn.) Taub., 1891), plante spontanée aromatique alimentaire du sud-est de la Côte d'Ivoire,» *Journal of Animal and Plant Sciences*, vol. 38, no. 1, pp. 6190-6205, 2018.
- [24] T. O. Lougbegnon, K. M. Nassi, and G. F. Gbesso, «Ethnobotanique quantitative de l'usage de *Chrysophyllum albidum* G. Don par les populations locales au Bénin,» *Journal of Applied Biosciences*, vol. 95, pp. 9028-9038, 2015.
- [25] O. Ouédraogo, Evaluation des profils de consommation alimentaire et statut nutritionnel des populations de la Région du Centre-Ouest du Burkina Faso. Thèse de Doctorat, Université de Ouagadougou, Burkina-Faso, 2020.
- [26] S. Sanou, A. Ayantunde, and A. J. Nianogo, «Consommation alimentaire des ménages et déterminants de la diversité alimentaire: cas de quatre communes dans la région du Nord, Burkina Faso,» *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 12, no. 4, pp. 1784-1801, 2018.
- [27] S. Avallone, S. Brault, C. Mouquet, and S. Treche, «Home-processing of the dishes constituting the main sources of micronutrients in the diet of preschool children in rural Burkina Faso,» *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, vol. 58, no. 2, pp. 108-115, 2007.
- [28] A. Dansi, A. Adjatin, R. Vodouhe, K. Adéoti, H. Adoukonou-Sagbadja, V. Faladé, H. Yédomonhan, A. Akoégninou, and K. Akpagana, «Biodiversité des légumes feuilles traditionnels consommés au Bénin,» *Bibliothèque Nationale du Bénin*, pp. 1-159, 2008.
- [29] E. D. Monyn, A. Bakayoko, F. H. Tra Bi, K. Yao, and M. W. Kone, «Niveau de connaissance et composition minérale de *Hydrocotyle bonariensis* Lam. (Araliaceae), une plante utilisée dans les ménages du District d'Abidjan (Côte d'Ivoire),» *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 10, no. 5, pp. 2046-2061, 2016.
- [30] A. E. Agbo, G. A. Gbogouri, J. C. N'zi, K. Kouassi, L. Fondio, and C. Kouame, «Evaluation des pertes en micronutriments et en oxalates au cours de la cuisson à l'eau et à la vapeur des feuilles d'épinard Malabar (*Basella alba*) et de celosie (*Celosia argentea*),» *Agronomie Africaine*, vol. 31, no. 2, pp. 100-110, 2019.
- [31] S. Vodouhe, A. Dovoedo, V. B. Anihouvi, and R. C. Tossou, «Influence du mode de cuisson sur la valeur nutritionnelle de *Solanum macrocarpum*, *Amaranthus hybridus* et *Ocimum gratissimum*, trois légumes feuilles traditionnels acclimatés au Bénin,» *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 6, no. 5, pp. 1926-1937, 2012.
- [32] F. Hama-Ba, C. Parkouda, R. Kamga, A. Tenkouano, and B. Diawara, «Disponibilité, modes et fréquence de consommation des légumes traditionnels africains dans quatre localités du Burkina Faso à diverses activités de maraîchage: Ouagadougou, Koubri, Loubila, Kongoussi,» *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, vol. 17, no. 1, pp. 11552-11570, 2017.

Perceptions des Résidents du Quartier Mitendi sur le Rôle de l'arbre dans l'Environnement Péri-urbain de Kinshasa, République Démocratique du Congo

[Perceptions of Residents of the Mitendi Quarter on the Role of Tree in the Peri-urban Environment of Kinshasa, Democratic Republic of Congo]

Michel Ndengoli Momangi¹, Alain Kazadi Batubenga¹, Noël Kalonji Kabemba¹, Rebecca Mitshiabu Mudiayi¹, Sandrine Pungi Phambu², Daniel Mongobo Mazimo³, and Hugo Masio Elenga⁴

¹Herbarium de Kinshasa, Institut National Pour l'Etude et la Recherche Agronomiques, RD Congo

²Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques de Tshela, RD Congo

³Département de Gestion des Ressources Naturelles, Université de Kinshasa, RD Congo

⁴Département d'Economie Publique, Université Technologique Bel Campus, RD Congo

Copyright © 2023 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 aims to analyze the perception of residents of the Mitendi Quarter in the peri-urban commune of Mont-Ngafula in Kinshasa on the role of the tree planted in residential sites. The analysis is based on the concepts of urban and peri-urban forestry as well as on the questionnaire survey. The results show that most of the identified species are fruit trees. The tree planted in residential sites serves mainly to provide shade, fruits, contributes to the beautification of the landscape and pharmacopoeia. The majority of respondents (66%) affirm that the vegetation cover of the Mitendi Quarter has decreased over the past three decades following the cutting of trees. Once felled, part of these are either sold as energy wood to bakeries and restaurants in Kinshasa and another part is consumed by households after carbonization. The cutting of trees in residential plots is mainly done either to clear the space in order to erect buildings, or to prevent damage to humans or homes. The results of this study call out the urgent need to promote urban and peri-urban forestry in Kinshasa. This will have made it possible not only to contribute to improving the quality of life of its population but also to respond in any way to the adverse effects of global warming.

KEYWORDS: Tree, Plot, Household, Mitendi, Peri-urban forestry.

RESUME: Cette étude vise à analyser la perception des résidents du quartier Mitendi dans la commune périurbaine de Mont-Ngafula à Kinshasa sur le rôle de l'arbre planté dans les sites résidentiels. L'analyse s'appuie sur les concepts de foresterie urbaine et périurbaine ainsi que sur l'enquête par questionnaire. Les résultats obtenus renseignent que la plupart d'espèces identifiées sont fruitières. L'arbre planté dans les sites résidentiels sert à fournir principalement l'ombrage, les fruits, contribue à l'embellissement du paysage et à la pharmacopée. La majorité des répondants (66%) affirment que le couvert végétal du quartier Mitendi a connu une diminution au cours de trois dernières décennies suite à la coupe d'arbres. Une fois abattus, une partie de ceux-ci sont soit vendus comme bois énergie aux boulangeries et restaurants de Kinshasa et une autre consommée par les ménages après carbonisation. La coupe d'arbres dans des parcelles d'habitation s'effectue principalement soit pour dégager l'espace afin d'ériger des constructions, soit pour prévenir les dégâts sur les humains ou les habitations. Les résultats de la présente étude interpellent sur l'urgente nécessité de promouvoir la foresterie urbaine et péri-urbaine à Kinshasa. Ceci aura permis non seulement de contribuer à l'amélioration de la qualité de vie de sa population mais aussi de répondre tant soit peu aux effets pervers du réchauffement climatique.

MOTS-CLEFS: arbre, parcelle, ménage, Mitendi, foresterie périurbaine.

1 INTRODUCTION

Partout en Afrique tropicale, l'extension rapide de l'urbanisation entraîne des transformations radicales [1; 2]. Il en résulte des mutations urbaines non planifiées et incontrôlées qui se soldent généralement par l'émergence des bidonvilles dans des sites non adaptés aux constructions (flancs des collines, ravins, littoral, etc.), et l'accélération de la dégradation de l'environnement [3; 4]. L'étalement urbain conduit inévitablement à la perte de la végétation originelle [5]. En effet, au fil du développement des zones habitées, une superficie de plus en plus importante de la végétation naturelle est déboisée au profit du cadre bâti [6]. Parallèlement, très peu d'espaces végétalisés sont créés en raison de la concurrence qui existe entre les différents usages de terres urbaines [7]. Par conséquent, les villes ressemblent à des îlots minéralisés, ce qui entraîne divers problèmes sociaux et environnementaux [6].

L'urbanisation a pris un tournant sans précédent à travers le monde, au cours de trois dernières décennies, car depuis 2008, plus de la moitié des habitants de la planète vivent dans des villes [8]. Par ailleurs, l'on s'attend à ce que la proportion de la population urbaine de l'humanité soit portée à 70 % à l'horizon 2050 [9]. Cette urbanisation sera concentrée à 90 % dans les villes d'Asie et d'Afrique [10, 11]. De ce fait, les espaces naturels et la biodiversité des territoires urbains et périurbains du continent africain continueront à être détruits au profit d'implantations humaines [12].

En Afrique centrale, le phénomène de dégradation des espaces forestiers péri-urbains affecte aussi bien les grandes villes que les villes moyennes [13]. Ce phénomène va se poursuivre au cours des prochaines décennies suite à l'intensification de la pression démographique [14]. Ceci va sans doute aggraver la précarité des conditions des vies dans ces zones.

Comme partout en Afrique centrale, les villes de la République Démocratique du Congo (RDC) font aussi face aux graves problèmes, environnementaux, à l'instar du réchauffement climatique lié à la concentration accrue des gaz à effet de serre émanant des activités anthropiques [15]. Ceci se traduit par une augmentation des moyennes des températures journalières [16].

Pour remédier à cette crise, la foresterie urbaine et périurbaine semblent fournir des solutions parmi les plus adaptés et les moins onéreuses. En effet, l'arbre planté dans les sites résidentiels fournit plusieurs services écosystemiques notamment l'ombrage qui soulage les ménages des vagues de chaleur ressenties [17]. Les concepts de foresterie urbaine et périurbaine ont attiré l'intérêt d'une grande partie de la communauté scientifique et suscité plusieurs travaux de recherche, en Europe et en Amérique du Nord depuis la fin du 19^e siècle [18]. Cependant très peu d'initiatives sont menées à ces jours en Afrique [19], notamment celles orientées sur les perceptions des résidents sur la foresterie urbaine et périurbaine [17]. L'étude de Ndamyhe et Kadiata [1] sur le rôle, la présence et le besoin d'arbres dans l'environnement urbain de Kinshasa a révélé que l'utilité de l'arbre n'est pas bien connue par les résidents. Pourtant les opinions des citoyens sur le rôle de l'arbre dans les zones urbaines et périurbaines sont indispensables pour orienter les politiques et programmes d'urbanisation [20].

Ainsi, la présente étude est une contribution aux différentes préoccupations susmentionnées en vue d'améliorer les connaissances sur le secteur forestier de la RDC et de proposer des solutions aux problèmes environnementaux, sociaux et parfois économiques auxquels font face les habitants des zones urbaines et périurbaines.

2 METHODES

2.1 SITE D'ÉTUDE

La présente étude a été effectuée dans le quartier Mitendi, situé dans la commune de Mont-Ngafula au sud de la ville province de Kinshasa entre 4°29'56" S et 15°12'27"E. Le choix du quartier de Mitendi se justifie par son couvert végétal, jadis luxuriant mais qui a connu une profonde dégradation au fil des années suite à l'accroissement démographique de la ville, l'étalement urbain et la pression subséquente. La végétation naturelle faite de savanes, parsemées d'arbustes et des forêts galeries [21] a été progressivement anthropisée. Disparue, elle a été remplacée par un couvert artificiel d'arbres en majorité fruitiers. Cependant, l'utilisation draconienne de ces arbres comme bois de chauffe est en train de mettre en mal le nouvel équilibre environnemental de la ville.

Située dans la ville province de Kinshasa, le climat du quartier Mitendi est du type Aw4 selon la classification de Köppen [22]. Il s'agit d'un climat tropical humide soudanien avec deux saisons, une saison sèche qui s'étend de mi-mai à mi-septembre et une saison humide qui débute à mi-septembre pour s'achever à mi-mai [22]. La température moyenne annuelle est de 25°C et peut atteindre 33°C en certaines saisons de pluies tandis que la moyenne annuelle de précipitations se situe autour de 1400 mm. Toutefois, les pluies diminuent autour de janvier-février (la petite saison sèche). [1, 22]. Localisée sur la partie collinaire de Kinshasa, les sols de Mitendi sont principalement sablonneux et de ce fait vulnérables à l'érosion hydrique [22].

La grande majorité de la population de Mitendi vit de l'agriculture vivrière et la production de bois énergie.

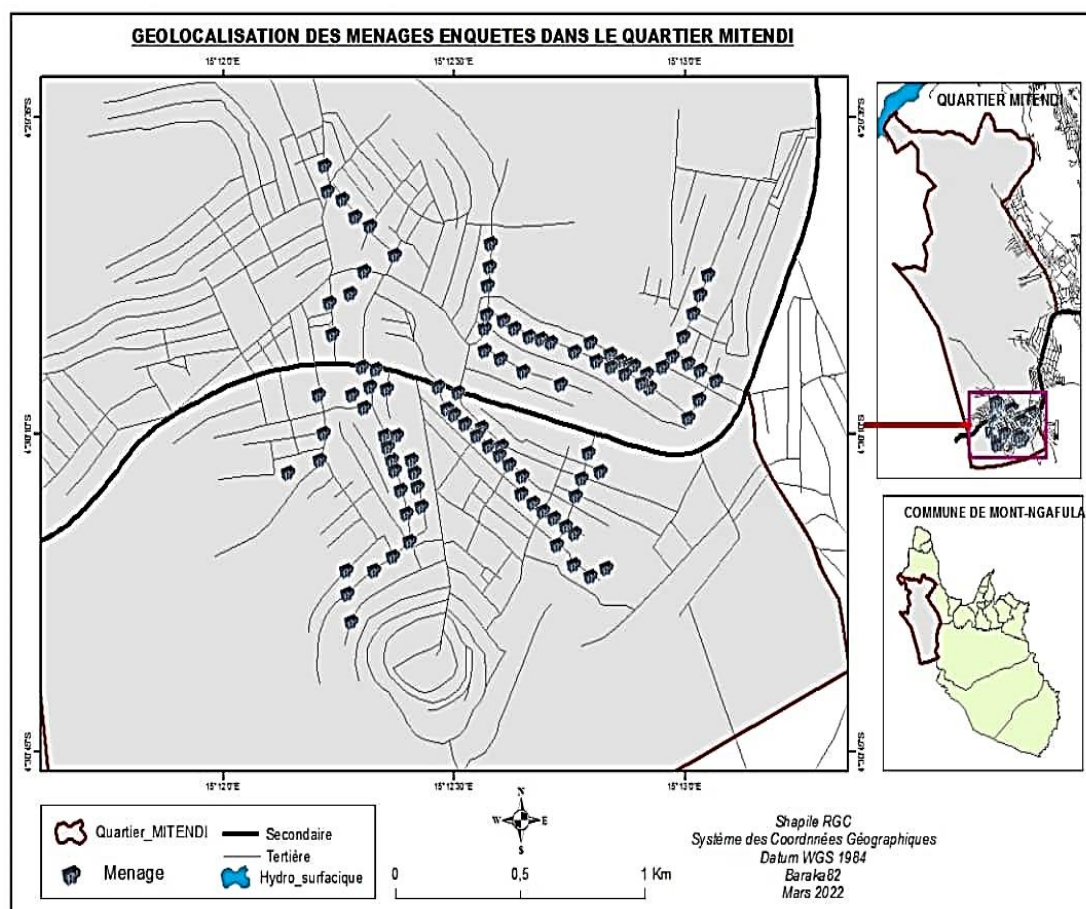


Fig. 1. Géolocalisation des ménages enquêtés dans le Quartier Mitendi

2.2 MATÉRIEL

Un questionnaire d'enquête constitué de 19 questions a servi à la collecte des données sur un échantillon de 100 ménages. Les parcelles à enquêter ont été sélectionnées sur basées d'un échantillon systématique sur l'ensemble du quartier Mitendi en utilisant un pas de sondage de trois. Ce dernier est issu du rapport entre le nombre total des parcelles du quartier précité et la taille des parcelles interviewées. Grâce au Système d'Information Géographique, tous les ménages enquêtés ont été géolocalisés (Figure 1). Ceux-ci ont été choisis tout en misant leur distribution spatiale.

Les différentes questions administrées durant l'interview ont permis de relever les informations sur le profil de l'enquêté, l'évolution du couvert végétal, le rôle et l'importance de l'arbre et les contraintes à la plantation des arbres dans les sites résidentiels.

2.3 COLLECTE ET ANALYSE DES DONNEES

L'enquête a inclus l'interview semi-dirigée et l'observation non participante. En effet, celle-ci permet au chercheur de vivre dans le commun des sujets observés sans participer directement à leurs activités [23; 24; 25; 15]. L'observation sur terrain nous a permis d'avoir une vue générale de la diversité floristique de la zone d'étude à partir de l'inventaire itinérant des arbres se trouvant dans les parcelles d'habitation, d'analyser leurs emplacements et d'évaluer leur nombre au niveau chaque domicile visité. De ce fait, toutes les espèces d'arbres situés dans les parcelles de notre échantillon ont fait l'objet d'un inventaire floristique. Signalons en passant que, le choix des avenues a été facultatif. La procédure a consisté à: (1) Inventorier systématiquement les arbres présents dans une parcelle; (2) Identifier les espèces en noms usuels et (3) enfin à les traduire en noms scientifiques grâce aux ouvrages ou aux clés taxonomiques [26].

La technique d'entretien par interview semi-dirigé est intéressante lors d'une enquête dans la mesure où l'interviewé exprimerait alors plus aisément sa pensée que lorsqu'il se retrouve en groupe [27; 24]. Celle-ci a consisté à mettre l'accent sur les arbres eux-mêmes et à étudier les bienfaits et problèmes que l'on peut attendre de leur utilisation en milieu résidentiel, particulièrement périurbain. En

outre, elle s'est intéressée aux citoyens, à leurs conditions de vie, à leurs priorités et à leurs opinions sur les arbres plantés dans une parcelle d'habitation [28]. Les perceptions des répondants ont été reportées sous forme des fréquences et de pourcentages.

Les données obtenues lors de l'enquête ont été dépouillées et analysées par quelques logiciels dont Epidata 10, pour l'encodage; SPSS, pour les analyses des données ; Microsoft Excel 2013, pour la confection des graphiques et le Microsoft Word 2010 pour la rédaction des interprétations des résultats.

Les analyses statistiques utilisées sont restées essentiellement basées sur le tri croisé des variables, en vue de dégager les liens qui peuvent exister entre elles. Toutefois, quelques analyses de tri simple ont été effectuées pour voir les proportions des modalités (réponses) des enquêtés

3 RESULTATS

3.1 PROFIL DES RÉPONDANTS

Le profil des répondants est présenté dans le tableau 1. Il indique la répartition selon le sexe et le niveau d'études des personnes abordées dans les sites résidentiels du quartier Mitendi.

Tableau 1. Répartition des enquêtés selon le sexe et le niveau d'étude

		SEXE		%
		Masculin	Féminin	
NIVEAU D'ETUDES	Analphabète	4,00	3,00	7,00
	Primaire	2,00	6,00	8,00
	Secondaire	21,00	24,00	45,00
	Supérieur ou Universitaire	28,00	12,00	40,00
%		55,00	45,00	100,00

Il se révèle que sur l'ensemble d'enquêtés, les hommes sont légèrement plus représentés (55%) que les femmes (45%). Pourtant, c'est à ces dernières que revient généralement la charge de plantation, d'arrosage et d'entretien des arbres résidentiels, quoique dans la plupart des cas, celles-ci ne se laissent pas facilement abordé au moment des enquêtes. Concernant le niveau d'études, il ressort du tableau 1 que la majorité des personnes abordées est instruite, soit 93%. Par ailleurs, il se révèle une prédominance du niveau secondaire (45%) au sein de l'échantillon d'étude.

3.2 ANCIENNETÉ DE RÉSIDENCE

S'agissant de l'ancienneté de résidence, les résultats de la présente étude (tableau 2) renseignent que la durée moyenne de résidence est de 7,8 ans tandis que l'ancienneté maximale enregistrée est de 30 ans contre une ancienneté minimale de 1 an. Ce résultat atteste que, Mitendi comme cité n'a réellement commencé à être loti et habité dans sa configuration actuelle qu'au cours de trois dernières décennies et que les habitations y sont nouvellement construites.

Tableau 2. Paramètres statistiques liés à l'ancienneté (année) des enquêtés

PARAMETRE	MODALITE
Moyenne	7,80
Médiane	6,00
Mode	1,00
Ecart type	6,37
Minimum	1,00
Maximum	30,00

3.3 STATUT DE RÉSIDENCE

Concernant le statut de résidence, près de la moitié d'enquêtés (47%) sont locataires (tableau 3). En effet, Mitendi étant une nouvelle cité en pleine construction, la réalité est que l'on y retrouve plus des propriétaires des parcelles que des locataires, quoique l'effectif de ceux-ci soit non négligeable. Parmi les propriétaires, l'on note une légère prédominance de la proportion des femmes par rapport aux hommes, soit 28% contre 25%. La plupart de celles-ci sont veuves.

Tableau 3. Répartition des enquêtés selon leur statut de résidence

		SEXE		%
		Masculin	Féminin	
STATUT DE RESIDENCE	Propriétaire	25,00	28,00	53,00
	Locataire	30,00	17,00	47,00
%		55,00	45,00	100,00

3.4 DIMINUTION DU COUVERT ARBORÉ

La première cause de diminution du couvert arboré du quartier Mitendi est l'approvisionnement des boulangeries en combustible ligneux (31,8%) (tableau 4). Celle-ci est suivie de la vente du bois énergie aux restaurants (19,7%), du besoin en espace de construction (16,7%), du besoin en énergie domestique (15,2%) et de la prévention contre les dégâts sur les humains ou les habitations (tableau 4).

Tableau 4. Causes de diminution du couvert arboré

CAUSES DE DIMINUTION	FREQUENCE	%
Energie domestique	10	15,2
Boulangerie	21	31,8
Restaurant	13	19,7
Construction	11	16,7
Réduire l'ombrage dans la cour	8	12,1
Prévenir les dégâts sur les habitations ou les humains	2	3,0
Autres raisons	1	1,5%
TOTAL	66	100,0

3.5 APPRECIATION DU COUVERT ARBORE ET USAGE D'ARBRES

Le tableau 5 indique que les trois quarts des répondants (75%) trouvent suffisant le couvert arboré de leurs parcelles d'habitation. Concernant l'usage des arbres, la quasi-totalité d'enquêtés a reconnu l'ombrage (71%) suivi de la production des fruits (22%).

Tableau 5. Appréciation du couvert arboré des parcelles en fonction de l'usage

USAGE	FREQUENCE	%
Ombrage	54,00	71,00
Fruit	15,00	22,00
Embellissement	5,00	6,00
Pharmacopée	1,00	1,00
TOTAL	75,00	100,00

3.6 CONTRAINTES À L'AJOUT D'ARBRES DANS LES SITES RESIDENTIELS

Parmi les enquêtés ayant estimé suffisant, le nombre d'arbres plantés dans les sites résidentiels, beaucoup ont évoqué quelques contraintes qui entravent la plantation des nouveaux pieds d'arbres dans leurs parcelles d'habitation (tableau 6).

Tableau 6. Contraintes à l'ajout d'arbres dans les parcelles d'habitation enquêtées

EFFECTIF	FREQUENCE	%
Problème d'espace	34	45,33
Dégâts provoqués par les branches	8	10,66
Locataire	27	36,00
Vol des fruits	3	4,00
Animosité de certain membre de famille contre l'arbre	2	2,66
Décor agréable quand le nombre d'arbres est petit	1	1,33
TOTAL	75	100

Au regard du tableau 6, il ressort que dans la plupart des parcelles d'habitation, l'on ne préfère plus planter les arbres surtout en raison de l'insuffisance d'espace (45,33%). En outre, le statut de locataire est une contrainte majeure à la plantation d'arbres pour une proportion assez importante des résidents (36,00%).

3.7 ESPECES PLANTEES DANS LES PARCELLES

Le couvert arboré des parcelles du quartier périurbain de Mitendi est pourvue d'une richesse spécifique assez considérable. Il est constitué principalement de 16 espèces, réparties en 11 familles. Les familles les plus représentées sont les *Anacardiaceae* (2), *Rutaceae* (3) et *Myrtaceae* (3). *Mangifera indica* (40,2%), *Persea americana* (22,6%), *Dacrydes edulis* (15,2%) sont les espèces prédominantes dans ce quartier (tableau 7).

Tableau 7. Répartition du nombre d'arbres par espèce dans les parcelles d'habitation enquêtées

N°	ESPECES			FREQUENCE	%
	Nom commun	Nom scientifique	Famille		
1	Manguier	<i>Mangifera indica</i> L	<i>Anacardiaceae</i>	87	40,2
2	Avocatier	<i>Persea americana</i> Mill	<i>Lauraceae</i>	49	22,6
3	Safoutier	<i>Dacryodes edulis</i> (G. Don)	<i>Burseraceae</i>	33	15,2
4	Prunier de Cythère	<i>Spondias mombin</i> L	<i>Anacardiaceae</i>	6	2,7
5	Eucalyptus	<i>Eucalyptus</i> sp	<i>Myrtaceae</i>	6	2,7
6	Moringa	<i>Moringa oleifera</i> Lam	<i>Moringaceae</i>	4	1,8
7	Arbre à pain	<i>Artocarpus altilis</i> (Spark) Forsbeg	<i>Moraceae</i>	4	1,8
8	Oranger	<i>Citrus sinensis</i> L	<i>Rutaceae</i>	3	1,3
9	Cœur de bœuf	<i>Annona reticulata</i> L.	<i>Annonaceae</i>	3	1,3
10	Citronnier	<i>Citrus limon</i> (L) Burm. F	<i>Rutaceae</i>	3	1,3
11	Colatier	<i>Cola acuminata</i> (P. Beauv.) Schott et Endl.	<i>Sterculiaceae</i>	2	0,9
12	Pommier rose	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M.Perry	<i>Myrtaceae</i>	2	0,9
13	Mandarinier	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	<i>Rutaceae</i>	2	0,9
14	Prunier d'inde	<i>Flacourtia jangomas</i> (Lour.) Rauesch	<i>Salicaceae</i>	1	0,4
15	Goyavier	<i>Psidium guajava</i> L	<i>Myrtaceae</i>	1	0,4
16	Mangoustanier	<i>Garcinia mangostana</i> L	<i>Clusiaceae</i>	1	0,4
TOTAL				216	100,0

3.8 ESPECES PREFEREES POUR LES PROCHAINES PLANTATIONS

Concernant la préférence en arbre au cours des prochaines plantations, trois espèces ont été retenues comme prioritaires: le manguier (34,86%), l'avocatier (14,67%) et du safoutier (13,76 %). Il s'agit des mêmes espèces qui prédominent dans le paysage de Mitendi suite à leur usage pour l'ombrage et la production des fruits.

Tableau 8. Préférence des espèces en fonction de leur importance

ESPECES		USAGE				TOTAL	%
		Ombre	Embellissement	Pharmacopée	Fruit		
1	Manguier	25,00	4,00	1,00	8,00	38,00	34,86
2	Avocatier	12,00	1,00	0,00	3,00	16,00	14,67
3	Safoutier	10,00	0,00	0,00	5,00	15,00	13,76
4	Moringa	0,00	1,00	11,00	0,00	12,00	11,00
5	Mangoustanier	2,00	1,00	0,00	2,00	5,00	4,58
6	Arbre à pain	2,00	0,00	0,00	2,00	4,00	3,66
7	Oranger	1,00	0,00	0,00	2,00	3,00	2,75
8	Spondias	1,00	0,00	0,00	2,00	3,00	2,75
9	Eucalyptus	1,00	1,00	0,00	0,00	2,00	1,83
10	Goyavier	0,00	0,00	1,00	1,00	2,00	1,83
11	Baobab	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,91
12	Autres	5,00	0,00	0,00	3,00	8,00	7,33
Total		59,00	8,00	14,00	28,00	109	100,00
%		54,12	7,33	12,84	25,68	100,00	-

De tous les enquêtés abordés, près de la moitié de ceux-ci (48%) affirme avoir déjà procédé à la coupe d'arbres au niveau de leurs résidences (figure 2). Cette proportion est essentiellement constituée des personnes ayant estimé suffisant le nombre d'arbres plantés dans leurs domiciles et qui jouissent du statut de propriétaire. Ceux-ci voulant ont affirmé le faire principalement pour dégager l'espace de construction.

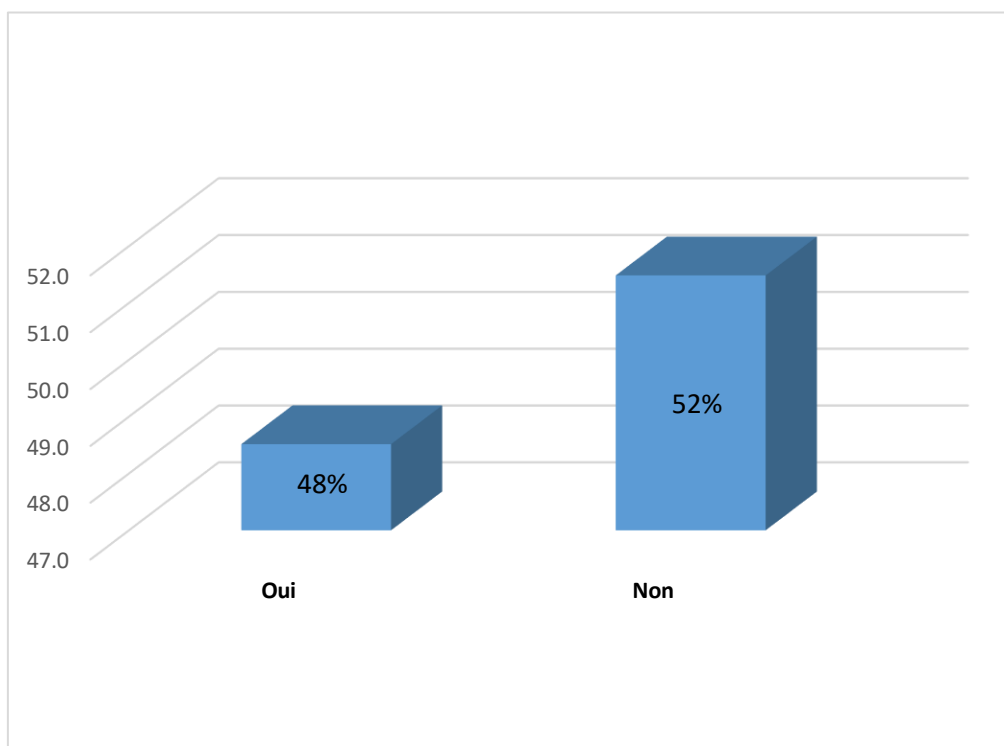


Fig. 2. Avis des enquêtés sur la coupe d'arbre dans leur parcelle

Tableau 9. Causes de la coupe des arbres dans les parcelles enquêtées

MODALITES	FREQUENCE	%
Ligne électrique	3	6,25
Construction	26	54,16
Vente à la boulangerie	12	25,00
Habitat naturel des reptiles	4	8,33
Improductif	2	4,16
Vol des fruits	1	2,08
TOTAL	48	100,0

Il se révèle du tableau ci-dessus qu'un effectif assez important (48) des résidents enquêtés s'est montré favorable à la coupe d'arbres au niveau de leurs parcelles. Dans le lot de ceux-ci, plus de la moitié d'entre eux (54,16%) justifient cette pratique suite à la nécessité de dégager l'espace de construction des logements. Pour 25,00 % des enquêtés, les revenus que procurent la vente du bois, notamment aux boulangers, en est une source de motivation. Ainsi, au-delà de la concurrence entre les différents usages des terrains résidentiels, les causes socio-économiques contribuent de façon non négligeable à la diminution du couvert arboré. 8,33 % d'enquêtés concernés, justifient l'abattage d'arbres au niveau des sites résidentiels étant donné qu'ils les considèrent comme hébergeant parfois des reptiles dangereux. Enfin, d'autres causes mineures de coupe d'arbres telle que l'improductivité (4,16%) et le vol des fruits (2,08 %) ont été également évoquées.

La quasi-totalité de des résidents enquêtés (86 %) avoue n'avoir pas encore été sensibilisée sur les bénéfices environnementaux que procurent les arbres, notamment dans les sites résidentiels (figure 3). Pareille situation semble inquiétante dans une mégapole telle que Kinshasa où la dégradation de l'environnement urbain et périurbain évolue à un rythme sans précédent. D'où la nécessité de mettre en place un programme d'éducation environnementale et de capitaliser la journée mondiale de l'arbre pour sensibiliser les habitants.

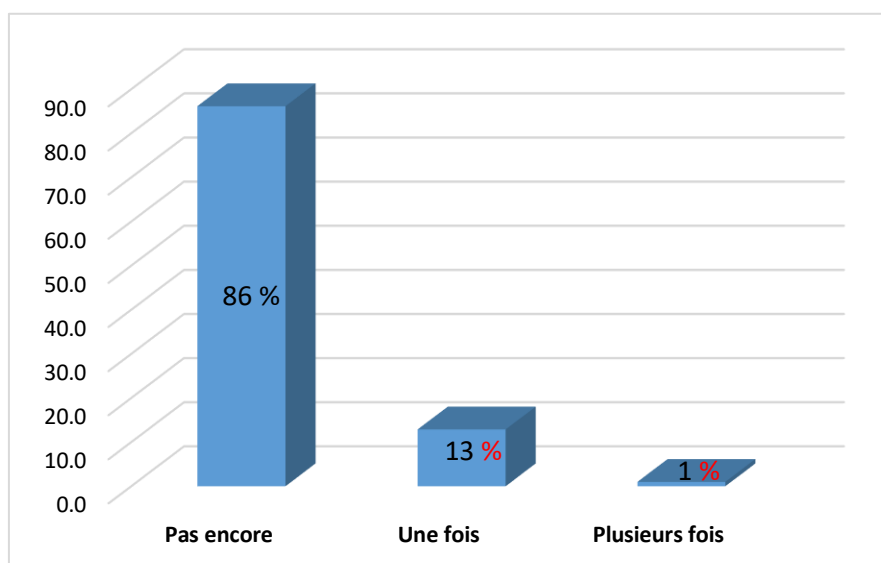


Fig. 3. Sensibilisation sur les bénéfices environnementaux de l'arbre

4 DISCUSSION

La présente étude révèle que la raison majeure de plantation d'arbres dans les sites résidentiels du quartier Mitendi est la recherche de l'ombrage. Cette pratique semble assez courante dans la ville de Kinshasa [1,17], car il est démontré que dans les régions chaudes, l'effet combiné de l'ombrage et de l'évapotranspiration contribue à l'adoucissement du microclimat à l'échelle de la parcelle [28]. Par ailleurs, à l'ombre d'arbres, la température peut être réduite jusqu'à 1,3°C par rapport aux zones ouvertes [29].

Concernant le choix des espèces, la préférence de la plupart des résidents est orientée vers les arbres fruitiers suite à leur valeur économique. Les considérations des ménages enquêtés sont en accord avec les propos de Vergiette et Labrecque, [28] selon lesquelles,

la valeur des arbres s'évalue principalement grâce aux bois et fruits qu'ils produisent. La production alimentaire a été également reconnue par Trefon et Kabuyaya [30] comme l'une des raisons majeures de plantation d'arbres dans les sites résidentiels de la zone périurbaine de Kinshasa. Les arbres fruitiers tels que *Mangifera indica*, *Persea americana*, *Dacryodes edulis* sont les espèces prédominantes et les plus plantées dans les parcelles d'habitation du quartier Mitendi. Ces espèces sont aussi caractéristiques du paysage urbain et périurbain de Kinshasa [17]. Celles-ci sont très prisées suite aux innombrables biens et services qu'elles procurent à la population. Leurs fruits sont soit vendus, soit consommés ; leurs feuilles et écorces sont utilisées dans la pharmacopée et leurs canopées donnent un bel ombrage [17].

Cependant, face aux difficultés des conditions de vie, certains propriétaires des parcelles préfèrent abattre les arbres plantés dans leurs résidences afin d'y dégager de l'espace de construction. Cette situation prouve combien l'effet combiné de l'accroissement démographique, l'extension urbaine et la paupérisation des populations de la ville de Kinshasa contribuent à la dégradation de son environnement périurbain. A ce propos, Buisseres et al. [7] renseignent que l'augmentation de la population mondiale au cours de ces dernières années est un facteur de pression sur les ressources naturelles en général et le foncier en particulier.

S'agissant des contraintes à la plantation d'arbres dans les parcelles d'habitation, l'insuffisance d'espace reste la plus reconnue. Cette situation trouve sa cause dans la compétition qui existe entre les différents usages de terres urbaines surtout au niveau des sites résidentiels [7]. Pour pallier à cette contrainte, Ndamiyehe et al., [1] propose de recourir à d'autres espaces vides en dehors du domaine résidentiel, à l'instar des terrains institutionnels, des trottoirs, des parcs, à même d'accueillir les arbres. Par ailleurs d'autres résidents ne sont pas motivés de planter les arbres pour se mettre à l'abri des dégâts éventuels qu'ils occasionnent sur les habitations ou les humains, en cas de chute des branches ou de l'arbre entier. En outre, le déploiement latéral des racines détruit les fondations des bâtiments. Voilà pourquoi Carter [25] affirme que les arbres mal plantés ou inadaptés constituent un danger pour les citoyens. Toutefois, grâce au choix rationnel des espèces, de l'emplacement et de traitement sylvicole, il est possible de se mettre à l'abri de ces différentes menaces [1].

5 CONCLUSION

Les arbres plantés dans les domaines résidentiels sont source d'innombrables biens et services écosystemiques bénéfiques aux habitants des zones urbaines et périurbaines de Kinshasa. Les demandes en termes d'espaces de construction augmentent de plus en plus ces dernières années et ne sont pas sans conséquence sur l'environnement en général et les ressources végétales, dont l'arbre particulier. Certaines espèces ligneuses quoique très prisées pour leurs fruits sont sollicitées dans la production du bois énergie. Aussi en évaluant les dégâts causés sur les habitations et les humains, certains résidents préfèrent ne pas planter d'autres d'arbres mais plutôt abattre ceux qui sont sur pieds. Ces pratiques concourent sans doute à la dégradation de l'environnement. Face à tous ces dommages et préjudices causés tant sur le milieu biotique qu'abiotique, il importe de promouvoir la foresterie urbaine et périurbaine en vue d'un développement harmonieux et durable tout en veillant à l'application rigoureuse des textes juridiques en vigueur en République Démocratique du Congo. Enfin, la sensibilisation des citoyens sur d'autres rôles de l'arbre jusque-là méconnus par ceux-ci et l'encouragement de la plantation d'arbres sont des actions à préconiser.

REFERENCES

- [1] Ndamiyehe, N. J-B, Ndamiyehe, N. E., Habiyaemye, M. F., et Kadiata B. D., Rôle, présence et besoin d'arbres dans le paysage urbain de Kinshasa, Annales de l'Université de Goma (UNIGOMO, Vol. VII, N° 2, pp. 87-102, 2017.
- [2] Dauvergne, S. Les espaces urbains et péri-urbains à usage agricole dans les villes d'Afrique sub-saharienne (Yaoundé et Accra): une approche de l'intermédialité en géographie, Doctoral dissertation, ENS, 2011.
- [3] Boko - M. B., Les problèmes de bois énergie sur le plateau de Zangnando, Mémoire de Maîtrise en Géographie, FLASH, UNB, 1999. [4] Joseph, C. 2011. L'Hypothèse de la relance de la gestion d'une Agglomération: Le cas de l'aire Métropolitaine de Port au Prince. Mémoire de Master, Centre des Techniques de Planification et d'Economie appliquée, 88p, 2011.
- [4] Dechaicha, A., & Alkama, D., Détection du changement de l'étalement urbain au Bas-Sahara algérien: apport de la télédétection spatiale et des SIG. Cas de la ville de Biskra (Algérie). *Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection*, (222), 43-51, 2020.
- [5] Lafontaine-Messier, M., Olivier, A., & Chicoine, B., Les cahiers de l'Institut EDS. Université Laval. La contribution potentielle de la forêt urbaine au développement des villes du Québec, 2010.
<http://www.ihqeds.ulaval.ca/fileadmin/fichiers/fichiersIHQEDS/Publications/CahiersInstitut>.
- [6] Chalmandrier M., Canavese M., Petit-Berghem Y. et Rémy E., « L'agriculture urbaine », entre concept scientifique et modèle d'action », *Géographie et cultures* [En ligne], 2017, URL: <http://journals.openedition.org/gc/5052>; DOI: <https://doi.org/10.4000/gc.5052>.

- [7] Buisseres, G., Brochu P., Coupal M.-J., Fradette J., Francoeur P., Larivière J., Paquet B., Rey Lescure E., Robert M.-C., Rocray P.-E. et Sommelier C., « Foresterie urbaine » In Ordre des Ingénieurs Forestiers du Québec (éd). Manuel de foresterie. 2^e édition. Ouvrage collectif. Edition multimondes, Québec, pp 721-769., 2009.
- [8] Allix, G, Depuis 2008, la moitié de l'humanité vit en ville. *Le Monde*, vol. 24, 2008.
- [9] FAO, Directives sur la foresterie urbain et périurbaine, Rome, 2 p, 2017.
- [10] Bogaert, J., et J.-M Halleux, J., - M., Territoires périurbains: développement, enjeux et.
- [11] perspectives dans les pays du Sud, Les presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, (2015) 304 p, 2015.
- [12] UN HABITAT, Urbanization and development: emerging futures, World cities report, Nairobi, 247 p, 2016.
- [13] Mercandalli, S., & Losch, B. Une Afrique rurale en mouvement. Dynamiques et facteurs des migrations au sud du Sahara, 2018.
- [14] Marien, E., S., Planter des arbres pour un environnement plus sain et de crédit carbone: société de l'arbre du Quebec. 55 p, 2011.
- [15] Bolaluembe P.C., Lele B., Ngewey W., Semeki J., Ndey S., Tasi J., Ndengoli M., Mvula C., Kachaka E., Kalawu S., Ndumba M. (2021). Perceptions des maraîchers du site de Tshuenge dans la ville de Kinshasa sur le changement climatique. *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture* 4 (4), 1022, 2021.
- [16] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Bilan 2007 des changements Climatiques: Rapport de synthèse, GIEC, Genève, 114 p, 2007.
- [17] Semeki, J. N., Kaki H. M., Tasi J., Baraka P., Bolaluembe, P. C., Muhongya, J. M. K. Perceptions of Residents of the Kinkole Neighborhood on the Role of Trees in the Peri-urban.
- [18] Environment of Kinshasa, Democratic Republic of Congo. *Journal of Plant Sciences*, 9 (2), 46-53.
- [19] Larouche, J., Foresterie urbaine: recensement mondial des publications, situation actuelle et besoins des recherches des municipales canadiennes, Mémoire de maîtrise ci sciences forestières. Université Laval, Canada, 13 p., 2016.
- [20] FAO, Étude sur la foresterie urbaine et périurbaine de Ndjamen, Tchad. Rôle et place, p7-12, 2012.
- [21] Biloso, A. Valorisation des produits Forestiers Non Ligneux des Plateaux de Batéké en périphérie de Kinshasa en RDC, Thèse de doctorat, ULB, Bruxelles (Belgique) 252p, 2008.
- [22] Masiala Bode, M. Contribution des concessions agricoles périurbaines à l'approvisionnement alimentaire de la ville de Kinshasa. Thèse en cotutelle présentée et défendue en vue de l'obtention du grade de Docteur en sciences agronomiques et ingénierie biologique, Université de Kinshasa et Université de Liège-Gembloux-Agrobiotech (Dissertation originale) P89, 2021.
- [23] Limerick T., Grace M. & Limerick B., 1996. The Politics of Interviewing: Power Relations and Accepting the Gift. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, 9 (4), 449-460.
- [24] Babbie E. The basics of social research, fourth edition. Belmont, CA : Thomson Wadsworth, 550 p, 2005.
- [25] Carter, E.J., L'avenir de la foresterie urbaine dans les pays en développement: un document de réflexion. FAO, Département des forêts, Rome. 52 p, 1995.
- [26] Pauwels, L., Nzayilu N'ti. Guide des arbres et arbustes de la région de Kinshasa-Brazzaville. Volume 4. Jardin botanique national de Belgique et Commission des Communautés Européennes. Scripta Botanica Belgica, Bruxelles. 495 p, 1993.
- [27] Limerick T., Grace M. & Limerick B. The Politics of Interviewing: Power Relations and Accepting the Gift. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, 9 (4), 449-460, 1996.
- [28] Vergriete, Y. et Labrecque M., Rôles des arbres et des plantes grimpantes en milieu urbain: revue de la littérature et tentative d'extrapolation au contexte montréalais. Institut de recherche en biologie végétale-Jardin Botanique de Montréal. Université de Montréal, Canada. 35 p, 2007.
- [29] Nowak, D.J., and Crane D.E., Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. *Environmental Pollution* 116: 381-389, 2002.
- [30] Tréfon, T. et Kabuyaya, N., Peri-urban spaces in Central Africa. In Bogaert, J. and Halleux, J.-M. 2015 (eds.) Peri-urban territories: Development, challenges and perspectives in developing countries. The Agronomic Presses of Gembloux, pp 33-42, 2015.

Face au phénomène de « Shillingisation » de l'économie dans l'ITURI: Quelle intégration pour la République Démocratique du Congo (RDC) dans une éventuelle Zone de Libre-échange ?

[Faced with the phenomenon's « shillinginisation » of the economy in ITURI, what integration for the Democratic Republic of Congo in a possible free trade zone?]

Ngongo Malubungi Gilbert

Département des Relations Internationales, Faculté des Sciences Sociales, Administratives et Politiques, Université de l'UELE, Isiro, Province du Haut-UELE, RD Congo

Copyright © 2023 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 to prove the ineffectiveness of the financial supervision measures of the Democratic Republic of Congo in commercial transactions or exchanges in the eastern part of the ITURI Province.

Indeed, the absence of one the symbols of sovereignty in the circulation of Congolese currency (Congolese Franc) in this part of the country, leads to the low percentage of use of its currency by its population. As a result, eighty-seven point five percent use Ugandan currency (shilling) as opposed to eleven percent of the currency of the Democratic Republic of Congo according to the results of the field's surveys.

Consequently, it is imperative that the government of the Democratic Republic of Congo make its population aware of the merits of valuing their currency, which is one of the symbols of a country's sovereignty. The government will strive to implement control structures for the effective use of its currency. It will undertake to set up production units to better sell these quality products in its currency at affordable prices.

Ultimately, the implementation of mechanisms to control and industrialize manufactured products at lower cost could benefit and advantage the Democratic Republic of Congo in the implementation of free trade area.

KEYWORDS: Currency, Sovereignty, Awareness, Control, Industrialization, Investigation.

1 INTRODUCTION

La République Démocratique du Congo (RDC) est subdivisée en 26 Provinces dont celle de l'ITURI. La province d'ITURI est située à l'Est de la RDC. Elle est frontalière avec deux pays: Ouganda et Soudan du Sud. L'intégration régionale pourrait bien fonctionner grâce aux communautés économiques régionales (CER). Ces CER devraient être appuyées et rendues visibles par des zones de libre-échange. Pourtant ces zones de libre-échange officielles se révèlent comme inexistantes dans la province d'ITURI. Par ailleurs, nous remarquons certains petits marchés informels qui se sont créés grâce à la proximité dont jouissent ces trois pays. La province d'ITURI pourrait jouer ce rôle prépondérant de lieu d'intégration par excellence au niveau régional, dans la mesure où cette zone de libre-échange pourrait y être créée par le protocole d'accord entre ces trois pays frontaliers qui n'est pas à l'œuvre jusqu'à présent. Si ce protocole d'accord serait envisageable dans un bref délai, alors la province d'ITURI servirait à sa qualité de jonction des trois pays limitrophes de la zone de libre-échange des biens manufacturés et des services entre la RDC, l'Ouganda et le Soudan du Sud. Nous pensons que des pourparlers seraient en cours pour la réalisation de ce projet salutaire. Ces trois pays frontaliers pourraient favoriser l'Intégration régionale en Afrique subsaharienne. Le commerce triangulaire favoriserait le développement indéniable dans la sous-région à travers les CER. Quelle pourrait être la monnaie qui faciliterait ce

libre-échange ? Et au cas où il en aurait une, quel serait son statut et les conditions de son choix ? Dans quelles mesures pourrait-elle collaborer avec les monnaies nationales de la zone ?

2 CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

D'aucuns n'ignorent que la RDC est un pays potentiellement riche en ressources de sol et de sous-sol; cependant – et cela n'est un secret pour personne, sa population croupit dans la misère. D'où l'absolue nécessité de la faire sortir de cet état de pauvreté-misère; cela en mettant en place des mécanismes, tant au niveau national que de la sous-région, susceptibles de baliser le chemin vers la sortie de cette situation d'infra-humanité. C'est le cas de ce qu'on appelle Zone de libre-échange ou les Communautés économiques régionales (CER). Parlons-en.

La vision de l'Union Africaine stipule en des termes expressifs que l'intégration régionale africaine est la clef de l'avenir de la compétitivité de l'Afrique. Dans le préambule de l'accord portant création de la zone de libre – échange continentale africaine, les États membres de l'Union africaine ont présenté une feuille de route en des propositions ci-après:

- **DÉSIREUX** de mettre en œuvre la décision (Assembly/AU/Dec.394 (XVIII) de la Conférence des chefs d'État et de gouvernement, adoptée au cours de sa dix-huitième session ordinaire tenue les 29 et 30 janvier 2012 à Addis-Abeba (Éthiopie), relative au cadre, à la Feuille de route et à l'Architecture concernant l'accélération de la création rapide de la Zone de libre-échange continentale africaine et au Plan d'action pour la stimulation du commerce intra-africain;
- **CONSCIENTS** du lancement des négociations en vue de la création d'une Zone de libre-échange continentale visant à intégrer les marchés africains conformément aux objectifs et principes énoncés dans le Traité d'Abuja lors de la vingt-cinquième session ordinaire de la Conférence des chefs d'État et de gouvernement de l'Union africaine tenue à Johannesburg (Afrique du Sud) les 14 et 15 juin 2015 [Assembly/AU/Dec. 569 (XXV)];
- **DÉTERMINÉS** à renforcer nos relations économiques en nous appuyant sur nos droits et obligations respectifs en vertu de l'Acte constitutif de l'Union africaine de 2000, du Traité d'Abuja et, le cas échéant, de l'Accord de Marrakech de 1994 portant création de l'Organisation mondiale du commerce;
- **TENANT COMPTE** des aspirations énoncées dans l'Agenda 2063 visant à créer un marché continental avec la libre circulation des personnes, des capitaux, des marchandises et des services, qui sont essentiels pour le renforcement de l'intégration économique, la promotion du développement agricole, la sécurité alimentaire, l'industrialisation et la transformation structurelle économique;
- **CONSCIENTS** de la nécessité de créer un marché élargi et sécurisé pour les marchandises et les services des États parties grâce à une infrastructure adéquate et à la réduction ou à l'élimination progressive des barrières tarifaires et à l'élimination des barrières non tarifaires au commerce et à l'investissement;
- **CONSCIENTS ÉGALEMENT** de la nécessité d'établir des règles claires, transparentes, prévisibles et mutuellement avantageuses pour régir le commerce des marchandises et des services, la politique de concurrence, l'investissement et la propriété intellectuelle entre les États parties, en résolvant les problèmes posés par les régimes commerciaux multiples et qui se chevauchent afin d'assurer la cohérence des politiques, notamment dans les relations avec les parties tierces;
- **RECONNAISSANT** l'importance de la sécurité internationale, de la démocratie, des droits de l'homme, de l'État de droit et de l'égalité de genres pour le développement du commerce international et de la coopération économique;
- **REAFFIRMANT** le droit des États parties de réglementer sur leur territoire les flexibilités dont ils disposent pour poursuivre des objectifs légitimes de politique publique, y compris dans les domaines de la santé publique, de la sécurité, de l'environnement, de la moralité publique, ainsi que de la promotion et la protection de la diversité culturelle;
- **REAFFIRMANT EN OUTRE** nos droits et obligations réciproques existants, en vertu d'autres accords auxquels nous sommes parties; et
- **RECONNAISSANT** que les Zones de libre-échange des Communautés économiques régionales (CER), servent de piliers, à la création de la Zone de libre-échange continentale africaine (ZLECAf)

Nous (Etats membres de l'Union Africains), sommes convenus de:

- de la création de la zone de libre – échange continentale africaine (ZLECAf),
- de la formulation des objectifs généraux et spécifiques;
- de la formulation des principes, des statuts des protocoles et du cadre institutionnel;
- de la mise en œuvre des champs d'application;
- d'établissement de clause de rendez-vous (...)

L'intégration régionale est une voie salubre pour l'accroissement de la compétitivité et de la diversification de l'économie africaine. Elle engendrerait certainement des emplois pour sa population jeune en voie d'urbanisation. Elle est aussi une passerelle

à travers laquelle la jeunesse africaine peut s'appuyer pour sa prospérité économique. Ce sont des communautés économiques régionales qui rendent possible cette intégration par la libre adhésion des Etats. Jusqu'à présent, l'Union Africaine reconnaît huit communautés économiques régionales qui forment les piliers de la Communauté économique africaine (CEA). Par ordre chronologique, nous citons:

- Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) créée en 1975;
- Communauté économique des États de l'Afrique centrale (CEEAC) créée en 1983;
- Union du Maghreb arabe (UMA) créée en 1989;
- Communauté d'Afrique de l'Est (EAC) créée en 1990;
- Communauté de développement de l'Afrique australe (SADC) créée en 1992;
- Marché commun de l'Afrique orientale et australe (COMESA) créé en 1993;
- Autorité intergouvernementale pour le développement (IGAD) créée en 1996;
- Communauté des États sahélo-sahariens (CEN-SAD) créée en 1998

Nous comptons une majorité des Etats africains représentés et impliqués comme membres des CER. En fait, le Burundi, la République démocratique du Congo, le Djibouti, l'Érythrée, la Libye, l'Ouganda et le Soudan sont chacun membres de trois CER à la fois. Un volume plus important d'échanges commerciaux d'environ 80% transite par les CER. C'est à travers des CER comme éléments constitutifs et bras d'exécution de l'UA, que divers programmes de transformation du continent sont conçus et exécutés, notamment le Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique (NEPAD) adopté en 2001 et l'Agenda 2063 de l'UA adopté par son sommet en janvier 2015.

Les huit CER ne constituent pas seulement des éléments clés de l'intégration économique en Afrique, mais sont également des acteurs clés travaillant en collaboration avec l'UA pour renforcer les mécanismes visant à garantir la paix, la stabilité et la réconciliation à tous les niveaux et mettre en place des stratégies pour permettre au continent de financer ses besoins en matière de sécurité.

Dans cet article, nous traiterons de la monnaie comme facteur de libre-échange, de la création de la zone de libre-échange entre les Pays frontaliers, du cas de l'ITURI et de la perspective d'avenir avant de conclure.

3 MONNAIE COMME FACTEUR DE LIBRE-ÉCHANGE

La monnaie fiduciaire regroupe ce qu'on appelle dans le langage courant « l'argent liquide », c'est-à-dire les pièces et les billets de banque. Il faudrait retenir que plusieurs étapes ont concourues pour parvenir à un système monétaire actuel car autrefois, on pratiquait le troc suivi de choix d'un étalon de valeur qui représentait des formes plus diverses pour faire le commerce. Nous distinguons trois formes de monnaie actuellement, il s'agit des monnaies: métallique (pièces), papier (billets), scripturale (écriture ou avoirs bancaires). Et la quatrième qui sous-tend vers une dématérialisation de ces trois premières formes qui est le télépaiement. La monnaie est un facteur essentiellement économique qui permet à une région ou un pays de conclure des marchés et des services. C'est une unité de mesure très importante qui permet d'importer ou d'exporter des biens et des services d'un pays à un autre. Elle permet au monde de calculer l'indice de pauvreté ou de prospérité d'un pays ou d'une région donnée.

Etant donné qu'une partie de la monnaie fiduciaire est plus usuelles en RDC qui est essentiellement des papiers (billets de banque) et l'autre moitié (pièces), totalement abandonnée, cela témoigne déjà l'indice de la perte de valeur de la monnaie. Par contre en Ouganda par exemple, on utilise la totalité de monnaie fiduciaire.

Par ailleurs, la proximité de la province d'ITURI aux deux pays limitrophes, l'Ouganda et le Sud Soudan l'a permis d'opérer le choix de la monnaie ougandaise au détriment de celle de la RDC, un de symboles de notre souveraineté. Nous parlons principalement au sujet des trois citées: ARU, ARIWARA, et INGBOKOLO. Nous invoquerons dans la suite le pourquoi du choix de la monnaie d'échange commercial qui est le Shilling au détriment du Franc Congolais.

4 CRÉATION DE LA ZONE DE LIBRE-ÉCHANGE

La création des zones de libre-échange est une vision de l'Union africaine qui encourage et demande aux Pays frontaliers de la réaliser dans le cadre des échanges bilatéraux entre deux ou plusieurs pays limitrophes dans une région donnée. Cette vision est clairement stipulée dans la stratégie continentale:

- de relever les défis de développement socio-économique;
- d'encourager l'intégration régionale et le développement;
- de promouvoir l'intégration des femmes et des jeunes dans le processus économique et de développement. Par conséquent de mettre en œuvre la zone de libre-échange pour ériger finalement une Afrique unie et intégrée

Dans le cas d'espèce, nous notons de petits marchés ci et là, le long de la frontière qui permettent aux populations frontalières de faire des échanges commerciaux.

5 CAS DE LA PROVINCE D'ITURI

Géographiquement, cette province de l'Est congolais est frontalière à l'Ouganda et le Soudan du Sud. Elle est une région d'éleveurs des bœufs, des moutons et des chèvres à cause de sa prairie et savane abondante. On y cultive le maïs, l'arachide, le haricot, le millet, le chou, la patate douce... L'huile de palme est rare et importée à Isiro. L'ITURI est une des provinces en proie à l'insécurité chronique provoquée par des groupes armés rebelles: ADF et d'autres non encore identifiés, considérés comme des terroristes. Elle est aussi sous l'Etat de siège proclamé par le Président de la RDC depuis mai 2021.

Vu sa proximité avec l'Ouganda, la majorité des produits manufacturés sont importés de ce pays. Le Franc congolais, monnaie censée être de cours dans cette région, au taux de change supérieur à celui du Shilling, la monnaie ougandaise, y paraît terriblement absent. On se croirait en Ouganda, dès lors qu'on observe les mouvements des échanges commerciaux qui s'opèrent en Shilling, une monnaie étrangère qui règne incontestablement sur une région d'un pays étranger et, qui, partant, commande tant soit peu à la vie économique de ce pays.

Par définition, la monnaie est un moyen d'échange, à savoir un moyen de paiement ayant une valeur, fiable aux yeux de tous. Elle est également une unité de compte permettant d'établir le prix des biens et des services. Et elle constitue une réserve de valeur. Pourrait-on en dire autant du Franc congolais dans la région de l'ITURI ? Chose étonnante, malgré que le Shilling soit faible comme monnaie d'échange par rapport au Franc congolais, la population n'a pas confiance à leur monnaie. Elle préfère faire des échanges commerciaux en monnaie ougandaise: shilling.

Pour se rendre compte de la réalité, nous avons initié une enquête sociologique dans quatre grands marchés du territoire d'ARU (ARU, ARIWARA, DRAMACIAKO et INGBOKOLO). Nous nous sommes servis d'un échantillon de 200 personnes. Les résultats de l'enquête sur l'objet de cette étude sont présentés dans les tableaux 1, 2, et 3.

Tableau 1. Sexe des sujets enquêtés

Genre	Nombre des personnes	%
Hommes	124	62%
Femmes	76	38%
Total	200	100%

Tableau 2. Nationalité des sujets enquêtés

Nationalité	Nombre des personnes	%
Congolaise	165	82,5%
Ougandaise	22	11%
Autres (Libanaise, Chinoise)	13	6,5%
Total	200	100%

Tableau 3. Monnaie utilisée fréquemment par les sujets enquêtés

Monnaie	Nombre des personnes	%
Franc congolais	22	11%
Shilling ougandais	175	87,5%
Dollar américain	03	1,5%
Autres	00	00%
Total	200	100%

Le tableau 3 de l'enquête révèle que la monnaie fréquemment utilisée dans la partie Est de la province d'ITURI, est le shilling ougandais (87,5%). Le franc congolais vient en seconde position (11%) suivi de dollar américain (1,5%).

Les raisons pour lesquelles, les Ituriens préfèrent le shilling sont multiples et en voici quelques-unes:

- La rareté des Francs congolais dans les milieux et circuits commerciaux;
- Le manque des usines de transformation sur place;
- La politique commerciale de l'offre et la demande qui est mise en pratique par l'Ouganda souligne que même le pauvre peut trouver son compte;
- L'instabilité des prix libellés dans la monnaie congolaise;
- La production faible des biens manufacturés du côté de la RDC

Vu cette situation, on est à bon droit de se poser l'épineuse question de savoir en faveur de quel pays si on venait à ériger une ZLE, cette zone de libre-échange serait-elle bénéfique ?

Nous soutiendrons l'idée de création d'une zone de libre-échange entre le Soudan du Sud, l'Ouganda et la RDC pour favoriser des échanges commerciaux des biens et services entre ces trois pays limitrophes. Relevons que ce sont les deux derniers pays qui soutiennent ce projet. Dans cette optique, il y aurait création des marchés de libre-échange et des routes bien asphaltées. La RDC devrait améliorer sa politique monétaire dans le triangle de libre-échange avant que celui-ci soit créé. Telle que la situation se présente sur le terrain où sa population n'a pas confiance à sa propre monnaie, cela implique clairement qu'elle partira certainement perdante. Nous sonnons l'alarme à l'endroit des autorités congolaises de redoubler l'effort en matière économique et financière afin de permettre le développement du pays et raffermir sa position dans la sous-région.

6 PERSPECTIVES D'AVENIR

Dès à présent, la RDC devrait:

- Parvenir à maîtriser les méandres des échanges commerciaux dans cette province;
- Travailler avec les opérateurs économiques pour renverser la vapeur de son côté;
- Créer des usines de transformation des biens manufacturés dans la zone qui permettraient de vendre à moindre coût et faciliter la circulation du Franc congolais;
- Conscientiser la population à s'approprier de leur monnaie qui est symbole de leur dignité et de leur souveraineté en tant que Congolais

7 CONCLUSION

Etant donné que c'est la monnaie ougandaise qui prédomine aux frontières de la RDC et l'Ouganda, nous demandons aux autorités congolaises de renverser la donne dès maintenant avant que ça ne soit tard. Nous ne le répéterons jamais assez: la monnaie est un symbole de la souveraineté d'un pays. Dans le cas sous étude, la RDC est en train de perdre son pouvoir de contrôle de sa monnaie dans ce petit périmètre d'ARU, ARIWARA, et INGBOKOLO, trois collectivités de la province d'ITURI. La RDC doit se mettre résolument au travail pour produire suffisamment des produits de qualité à moindre coût pour sa population. Cette production accrue réduira les coûts de transport, ce qui logiquement, permettra une meilleure circulation de sa monnaie qui est symbole de sa souveraineté.

REFERENCES

- [1] *Accord portant création de la zone de libre-échange continentale africaine*: https://au.int/sites/default/files/treaties/36437-treaty-consolidated_text_on_cfta_fr.pdf.
- [2] Agenda 2063, un cadre stratégique partagé pour une croissance inclusive et le développement durable, Août 2013.
- [3] ABDALLAH ELABIDI, thèse de doctorat en Droit public, l'évaluation de l'Union africaine par rapport à l'Union européenne (comme un modèle de régulation juridique internationale d'excellence): étude comparative de Droit, Université d'Auvergne-Clermont-Ferrand I, 2015.
- [4] BRUGUIERE MICHEL, Maître en Droit International à l'Université de Carthage-Tunisie, *monnaie-histoire* in *Encyclopaedia Universalis* (en ligne) consulté le 17/02/2022.
- [5] HAJER GUELDICH, spécialiste d'histoire financière- directeur d'étude à l'école pratique des hautes études, » *l'accord prévoyant la mise en place d'une zone de libre-échange continentale (ZLEC)* » dans *Vigie Afriques/* centre d'analyse et de prospective sur les Afriques, 1^{er} numéro 2018.
- [6] *Les formes de monnaie*: <https://www.maxicours.com>, consulté vendredi, le 13/05/2022.

Formulation et caractérisation physico-chimique de biofilms d'emballage à matrice d'amidon renforcée de fibres végétales

[Formulation and physico-chemical characterization of packaging biofilms with starch matrix reinforced with vegetable fibers]

Hermann J. Yandjou¹, Patrice Boni², Chakirou A. Toukourou¹, and Valentin D. Wotto³

¹Laboratoire d'Énergie et de Mécanique Appliquées (LEMA), École Polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi 01BP2009 COTONOU, Benin

²Laboratoire d'Étude et de Recherche en Chimie Appliquée (LERCA), École Polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi 01BP2009 COTONOU, Benin

³Laboratoire de Chimie-Physique (LCP), Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi 01BP526 COTONOU, Benin

Copyright © 2023 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 research work aims to transform and study the physico-chemical properties of leaf-based agro-materials of *Musa sapientum* and *Tectona grandis* species. Indeed, the latter are traditionally used as a food packaging medium in West Africa and Benin in particular. The analysis by phytochemical screening of the main chemical groups present at the level of the leaves reveals the presence of molecules of interest, namely: flavonoids; catechol tannins and anthocyanins. The latter are indeed recognized for their pharmacological benefits. In addition, leuco anthocyanins and gallic tannins are only present in *Tectona grandis* leaves. To produce biofilms based on the leaf species studied, a Box-Doehlert experimental design was carried out. Fifteen (15) formulations were thus made, varying the leaf, starch, and glycerin contents of the mixture.

It has been observed that, for low water sensitivity (0.1471) and low thickness (0.0573mm) of bioplastics, 1g of leaves are required; 6g of starch and 4.23mL of glycerin for the leaf of *Tectona grandis* while for that of *Musa sapientum* (low thickness: 0.0617mm, low sensitivity to water: 0.3466), it takes: 1.74g of leaf; 6g of starch and 2.5mL of glycerin.

KEYWORDS: Biodegradable; *Musa sapientum*; *Tectona grandis*; Cassava.

RESUME: Le présent travail de recherche, vise à transformer et étudier les propriétés physico-chimiques d'agro-matériaux à base de feuilles des espèces *Musa sapientum* et *Tectona grandis*. En effet ces dernières sont traditionnellement employées comme support d'emballage alimentaire en Afrique de l'Ouest et au Bénin en particulier. L'analyse par screening phytochimique des principaux groupes chimiques présents au niveau des feuilles révèle la présence de molécules d'intérêt à savoir: flavonoïdes; tannins catéchiques et anthocyanes. Ces dernières sont en effet reconnues pour leurs bienfaits pharmacologiques. En outre les leuco anthocyanes et les tannins galliques ne sont présentes que dans les feuilles *Tectona grandis*.

Pour la production de biofilms à base des espèces de feuilles étudiées, il a été procédé à un plan d'expérience de Box- Doeblert. Quinze (15) formulations ont ainsi été réalisées, en faisant varier les teneurs en feuilles, en amidon et en glycérine du mélange.

Il a été observé que, pour une faible sensibilité à l'eau (0,1471) et une faible épaisseur (0.0573mm) des bioplastiques, il faut 1g de feuilles; 6g d'amidon et 4,23mL de la glycérine pour la feuille de *Tectona grandis* alors que pour celle de *Musa sapientum* (faible épaisseur: 0,0617mm, faible sensibilité à l'eau: 0,3466), il faut: 1,74g de feuille; 6g d'amidon et 2,5mL de glycérine.

MOTS-CLEFS: Biodégradable; *Musa sapientum*; *Tectona grandis*; Manioc.

1 INTRODUCTION

Les rapports de l'ONU soulignent que la population mondiale pourrait atteindre 9,7 milliards d'habitants en 2050, accentuant ainsi la pression de l'humanité sur les écosystèmes si nous ne changeons pas de modèle de développement. Développer des technologies appropriées, sobres et durables, qui limitent au maximum les émissions et la consommation de ressources non-renouvelables, est ainsi essentiel dans tous les domaines [1].

Par exemple, plus de 90 % des plastiques tous secteurs confondus sont issus de ressources fossiles [2]. Le plastique possède en effet de nombreux avantages car léger, peu cher et facile à transformer. Mais d'importants inconvénients poussent à repenser sa production, son usage et sa fin de vie. Les plastiques sont pour la plupart pétro-sourcés et représenteront à ce rythme 20% de la consommation en pétrole et 15% des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050 [3], [4].

L'alternative à l'élimination des déchets plastiques est principalement le recyclage, mais non sans peine. En outre certains produits plastiques ne sont pas compatibles lors de la refonte. Et même lorsqu'ils peuvent être recyclés, des déchets plastiques échappent à la collecte et arrivent directement dans l'environnement [5]. Certains affirment même que seule la biodégradabilité en conditions naturelles, permettra de résoudre les problèmes liés à l'accumulation des déchets dans notre environnement [2].

En parallèle, les résidus agricoles constituent des ressources abondantes, peu chères et renouvelables. En Europe par exemple, les résidus de l'agriculture représentent 50% de la masse des récoltes. Il en existe une grande diversité, issue de cultures annuelles (pailles) ou pérennes (bois de taille), d'effluents d'élevage (fumier) et qui peuvent être utilisés dans de nombreux secteurs, convertis pour la production de bioénergies, de biomatériaux ou de biomolécules [3], [6].

Le développement de biocomposites à hautes performances est ainsi en augmentation dans le monde entier. Récemment, plusieurs applications industrielles ont été élaborées avec des composites contenant des fibres naturelles et des matrices bio polymères, notamment l'amidon [7], [8], [9], [10].

Au Bénin, des voies de valorisations des agro-ressources sont également étudiées, notamment la fabrication d'emballages biodégradables avec des parties des espèces locales de *Thalia geniculata*, *Tectona grandis* ou *Musa sapientum* [11], [12]. Leur innocuité ainsi que leur aptitude au contact alimentaire ont fait l'objet d'études, ce qui justifie d'ailleurs de les retrouver dans l'artisanat agroalimentaire du Bénin [13]. La mise au point de procédés efficaces de mise en forme de ces agro-matériaux locaux, permettra leur usage plus étendu et conforme aux enjeux de développement durable.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATERIEL

Les feuilles des deux espèces ont été triées afin d'éliminer les corps étrangers. Elles ont ensuite été étiées puis lavées convenablement à l'eau de robinet. Chacune des feuilles est séchée puis conservée au laboratoire à température ambiante ($25 \pm 2^\circ\text{C}$). Pour l'élaboration des biofilms plastiques, les feuilles ont été broyées puis tamisées à 2mm de granulométrie.

L'amidon a été utilisé comme matrice polymère de base pour l'élaboration des biofilms. Il a été extrait des tubercules de manioc (*Manihot esculenta*) ayant 15 mois de maturité.

Plusieurs solvants ont été utilisés dans la réalisation des tests de caractérisation. Il s'agit de l'hexane, de l'eau distillée, de l'éthanol. Le plastifiant utilisé est la glycérine dans le cadre de l'élaboration des biofilms.

Le tableau 1 résume le matériel technique utilisé pour effectuer les essais.

Tableau 1. Matériels techniques utiles à l'élaboration des biofilms plastiques

MATERIELS	USAGES
Four	Incinération des échantillons
Plaque plane	Etalage des pâtes
Etuve thermorégulée	Conditionnement des échantillons
Balance	Mesure des masses
Hotte de chimie	Analyses physicochimiques (screening phytochimique, etc)
Bain marie	Maintient à température constant des milieux réactionnels
Plaque chauffante	Opérations de chauffages

2.2 METHODES

2.2.1 EXTRACTION DE L'AMIDON

Aussitôt récolté, le manioc a été épluché. Cette étape consiste à éliminer les écorces internes et externes de la racine. La racine ainsi dénudée est lavée de manière à éliminer toute impureté. Elle est alors réduite en une pulpe fine par râpage. La pulpe obtenue est mélangée à de l'eau puis tamisée, ceci dans le but d'éliminer les fibres et autres débris grossiers du lait d'amidon. Le lait d'amidon a été ensuite soumis à une décantation. La phase solide obtenue est séchée sous ombre ($37\pm 2^{\circ}\text{C}$) afin d'éviter le brunissement de l'amidon. Les mottes d'amidon obtenues de cette opération sont broyées et tamisées pour la production d'une poudre blanche d'amidon.

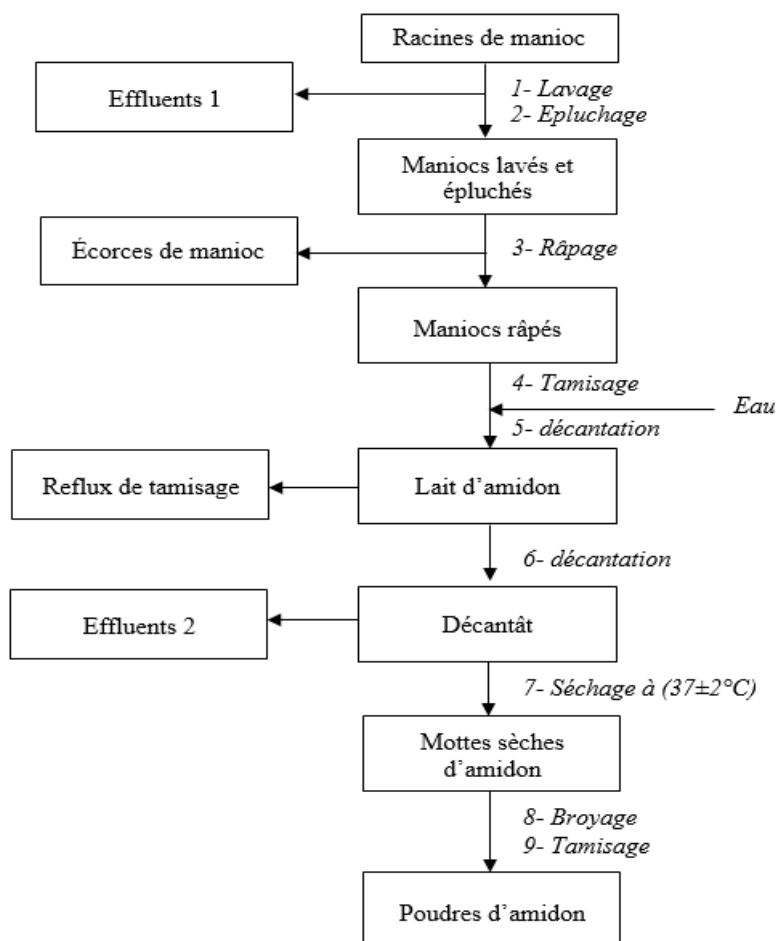


Fig. 1. Principales étapes d'obtention de la poudre d'amidon de manioc



Fig. 2. Racines de Manioc (a) Lait d'amidon (b)

2.2.2 DETERMINATION DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES

• Teneur en eau et épaisseur des échantillons

La teneur en eau des échantillons a été déterminée suivant la méthode A.O.A.C [14]. Les échantillons dont les masses initiales (m_i) sont connues sont mis à l'étuve à 105 °C pendant 24h. Leur masse finale stable après un séjour respectivement dans l'étuve à 105 °C et au dessiccateur est notée (m_f). La teneur en eau est alors obtenue par différence gravimétrique.

L'épaisseur des échantillons est mesurée avec un pied à coulisse (NF EN ISO 13385-1) [15]. La mesure en millimètres s'obtient en cherchant la graduation pour laquelle le "0" de la mâchoire mobile s'arrête.

• Teneur en cendres des échantillons

Les échantillons sont incinérés au four à 525 °C pendant 24h. Le taux de cendre (T_{cendres}) est déterminé par la formule [16]:

$$T_{\text{cendres}}(\%) = \frac{m_s}{m} \times 100 \quad (F_1)$$

m_s/m Avec m_s : la masse de la cendre obtenue; m : la masse initiale de l'échantillon.

Le taux de lipides totaux (T_h) a été évalué de façon classique par extraction au Soxhlet à l'aide de l'hexane comme solvant. Pour cela, 40g de l'échantillon ont été mis sous reflux avec 200mL de l'hexane pendant 6 heures. Le taux de lipides a été calculé à l'aide de la formule:

$$T_h = \frac{M_h}{M_e} \times 100 \quad (F_2)$$

Avec M_h : masse de l'huile obtenue après évaporation du solvant de l'extrait et M_e : masse initiale de l'échantillon.

• Analyse phytochimique des espèces de feuilles

Tableau 2. Paramètres et méthodes de caractérisation phytochimique

PARAMETRES	METHODES
Flavonoïdes	Mélanger 5 mL de l'échantillon en solution à 5% et 5 mL d'alcool chlorhydrique, quelques copeaux de magnésium et 1 mL d'alcool isoamylique. L'apparition d'une couleur rose orangée en surface indique la présence des flavonoïdes [16], [17], [18].
Tannins catéchiques et galliques	Mélange de 5 mL de l'échantillon en solution à 5% et 3 mL de réactif de Stiasny, chauffé pendant 15 min. L'apparition d'un précipité prouve la présence de tannins catéchiques. Le filtrat est saturé avec de l'acétate de sodium, l'apparition d'une teinte bleu-noirâtre après ajout de FeCl_3 à 1% indique la présence des tanins galliques [16], [17], [18].
Coumarines	Un (01) gramme d'échantillon est placé dans un tube en présence de gouttes d'eau. Les tubes sont recouverts du papier filtre imbibé de soude (NaOH) dilué à 10% et sont portés à ébullition. Une fluorescence jaune témoigne de la présence de coumarines après examen sous UV à 365 nm [16], [17], [18].
Anthocyanes	A une infusion à 5%, on ajoute 5 mL de H_2SO_4 à 10% puis, 5 mL de NH_4OH à 50%. Une coloration qui vire au bleu violacé en milieu basique, indique la présence des anthocyanes [16], [17], [18].
Leuco anthocyanes	A 5 mL de l'échantillon on ajoute 5 mL d'alcool chlorhydrique. Le mélange est ensuite chauffé pendant 15 minutes au bain marie à 90°C. Une coloration rouge cerise ou violacée indique la présence de leuco anthocyanes [16], [17], [18].
Saponosides	1 g d'échantillon dissout dans 100 mL d'eau distillée, est porté à ébullition pendant 30 minutes. Le filtrat refroidi est réparti dans 10 tubes à essai (hauteur 160 mm $\times$ 16 mm de diamètre) en concentrations successives de 1/10 ^è . De l'eau distillée est rajoutée à chaque tube pour atteindre 100 mL. La hauteur de la mousse est mesurée. Si elle est supérieure ou égale à 10mm dans l'un des tubes, la dilution dans ce tube est l'indice de mousse cherché [16], [17], [18].

2.2.3 ELABORATION DES BIOFILMS PLASTIQUES

La méthode employée est inspirée de [19]. Dans un bécher de 100mL:

- Verser 70 mL d'eau distillée;
- Ajouter à celle-ci l'amidon et la poudre des feuilles selon les proportions définies;
- Ajouter de la glycérine à la solution obtenue selon les proportions prédéfinies;

- Mettre le mélange au feu doux (plaque chauffante à température modérée: $45\pm 5^{\circ}\text{C}$) et commencer par agiter jusqu'à obtenir une pâte (température de gélification de l'amidon 72°C atteinte)

Les proportions mélangées sont obtenues à l'aide d'un plan d'expérience de Doehlert à trois facteurs [20], [21], présenté dans le tableau 3.

Tableau 3. Plan Box Doehlert de formulation des biofilms à base de *Musa sapientum* ou de *Tectona grandis*

Numéro d'essai	Feuilles (g)	Amidon (g)	Glycérine (mL)
1	1,5	12	2,5
2	1,5	6	2,5
3	1,5	12	5
4	2	9	5
5	1	12	3,75
6	1,5	6	5
7	2	12	3,75
8	2	6	3,75
9	1,5	9	3,75
10	1	9	2,5
11	2	9	2,5
12	1	6	3,75
13	1	9	5
14	1,5	9	3,75
15	1,5	9	3,75

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 CARACTERISATION DES FEUILLES

Les composés phytochimiques analysés dans les extraits de feuilles, sont présentés au tableau 4:

Tableau 4. Profils phytochimiques des feuilles de *Musa sapientum* et de *Tectona grandis*

Composés phytochimiques	<i>Musa sapientum</i>	<i>Tectona grandis</i>
Flavonoïdes	+	+
Tanins catéchiques	+	+
Anthocyanes	+	+
Tanins galliques	-	+
Leuco anthocyanes	-	+
Saponosides	-	-

+: Présence; -: Absence

On constate d'après les résultats du tableau que les deux espèces *Musa sapientum* et *Tectona grandis* possèdent en commun les grands groupes de composés chimiques à savoir: flavonoïdes; tannins catéchiques et anthocyanes et sont toutes dépourvues des saponosides; composés réducteurs, mucilages ou alcaloïdes. Les leuco anthocyanes et les tannins galliques sont uniquement présents dans les feuilles de *Tectona grandis*. Il a été reporté que les flavonoïdes se retrouvent dans les médicaments et ils sont efficaces pour les soins des cheveux [17].

La présence des tanins dans les espèces présente un avantage particulier étant donné que les tanins ont une activité antioxydante, ils entravent également le développement des microbes. Ils interviennent en outre dans la prévention des problèmes d'hygiène alimentaire, ce qui pourrait déjà justifier l'emploi des espèces de feuilles *Musa sapientum* et *Tectona grandis* en tant que matériaux d'emballage alimentaire.

En outre, on reconnaît aux anthocyanes une solubilité dans l'eau; dans de l'alcool et dans des solvants organiques apolaires. Ils possèdent également une sensibilité à l'oxydation, à la température et à la lumière. De fait, ces molécules confèrent aux espèces de feuilles *Musa sapientum* et *Tectona grandis*, une biodégradabilité naturelle. En termes d'effets bénéfiques sur l'organisme humain, les anthocyanes augmenteraient la régulation du pourpre rétinien, la résistance des capillaires, et diminueraient la perméabilité des mêmes capillaires. Ils possèdent aussi des activités anti-œdémateuses; antioxydantes; antibactériennes et antivirales. Ces résultats sont conformes à ceux trouvés par [13], à l'exception des tannins galliques et les leuco anthocyanes trouvés essentiellement dans les feuilles de *Tectona grandis*. Au vu des

propriétés pharmacologiques des différents groupes chimiques retrouvés dans ces feuilles, leur utilisation comme matériaux d'emballage pourrait également avoir des vertus thérapeutiques, à condition que ces différents composés soient transmis en dose efficace ou contrôlée dans les aliments emballés.

Pour déterminer la teneur en cendres, les feuilles ont été incinérées au four à 525°C pendant 24h. Le tableau 5 montre les teneurs en cendre des feuilles.

Tableau 5. Teneur en cendre de *Tectona grandis* et de *Musa sapientum*

Echantillons	M éch (g)	M porce vide (g)	M éch+ Porc (g)	Teneur en cendre (%)	Teneur (%)
Tg1	5	68,8	69,1	6	7,0 ± 1
Tg2	5	68,8	69,2	8	
Mu1	5	68,8	69,3	10	9,0 ± 1
Mu2	5	68,8	69,2	8	

D'après les résultats du tableau on constate que les feuilles possèdent une teneur importante de cendres. Les feuilles de *Musa sapientum* et *Tectona grandis* contiendraient donc beaucoup d'ions minéraux qui peuvent être bénéfiques à l'organisme.

3.2 CARACTERISATION DE L'AMIDON

Le taux de cendre est déterminé par l'incinération au four de l'amidon séché à 525°C pendant 24h. Le tableau 6 présente le taux en cendre de l'amidon [22].

Tableau 6. Teneur en cendre de l'amidon

Echantillons	Teneur en cendre	Teneur
Amidon 1	3,66	3,56 ± 0,1
Amidon 2	3,46	

On constate de ce tableau que l'amidon possède une teneur importante de cendre. Il peut donc être constitué de beaucoup d'ions minéraux indispensables à l'organisme qui pourraient être transférés par contact vers les produits emballés. Ce qui pourrait justifier son utilisation dans la conception de l'emballage.

3.3 CARACTERISATION DES BIOFILMS

En suivant les proportions définies dans le tableau 3, les échantillons de biofilms de la figure 3 ont été obtenus:

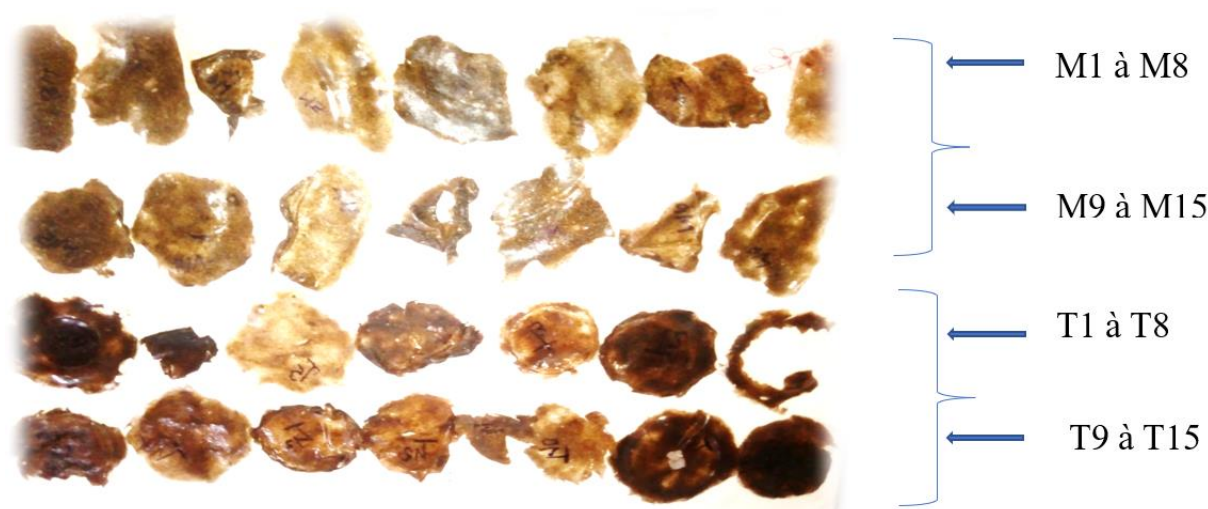


Fig. 3. Biofilms à base des feuilles de *Musa sapientum* et de *Tectona grandis*

La comparaison des différentes moyennes obtenues via la répétition des tests a été effectuée par le test de Fisher au seuil de 0,05. Elle a été réalisée après avoir confirmé la normalité de la distribution des épaisseurs et la sensibilité à l'eau ainsi que l'égalité des variances

respectivement par les tests statistiques de Shapiro et de Wilcoxon [23]. Le logiciel utilisé est Minitab. Les hypothèses nulles et alternative retenues sont:

Ho: égalité des moyennes

H1: au moins une des moyennes est statistiquement différente des autres

Les p-values sont toutes inférieures à 0,05 ce qui nous permet de dire qu'il y a une différence significative entre les moyennes pour les deux paramètres. Les différences entre les moyennes sont résumées dans les tableaux 7 et 8.

L'épaisseur des biofilms est déterminée à l'aide d'un pied à coulisse en acier inox au pas 1/10

L'épaisseur en fonction des proportions est donnée par la formule suivante:

$$E = 2,51 + 1,37x + 0,165y + 0,530z - 0,434x^2 - 0,0089y^2 - 0,0697z^2 - 0,0048x*y - 0,005x*z + 0,0007y*z \text{ (Minitab plan de Box-Bokhen)}$$

Avec x: masse de feuille; y: masse d'amidon et z: masse de glycérine

Le tableau 7 montre les épaisseurs des biofilms de *Musa sapientum* et de *Tectona grandis*

Tableau 7. Epaisseur des films bioplastiques

Echantillons	<i>Musa</i> (mm)	<i>Tectona</i> (mm)
1	0,096±0,004 ^b	0,073±0,008 ^b
2	0,053±0,004 ^f	0,076±0,004 ^b
3	0,103±0,004 ^a	0,093±0,004 ^a
4	0,090±0,004 ^d	0,050±0,006 ^e
5	0,093±0,004 ^c	0,083±0,004 ^c
6	0,063±0,004 ^f	0,086±0,004 ^c
7	0,106±0,004 ^a	0,090±0,008 ^a
8	0,083±0,004 ^e	0,096±0,008 ^a
9	0,083±0,004 ^e	0,066±0,011 ^d
10	0,083±0,004 ^e	0,050±0,006 ^e
11	0,086±0,004 ^d	0,043±0,004 ^e
12	0,060±0,004 ^f	0,060±0,006 ^f
13	0,093±0,004 ^c	0,070±0,006 ^d
14	0,096±0,004 ^b	0,076±0,004 ^b
15	0,096±0,004 ^b	0,076±0,004 ^b

L'épaisseur des biofilms à base de *Tectona grandis*, est obtenue pour des dosages en amidon respectivement proches de 1g et 6g. L'épaisseur minimale obtenue pour les biofilms à base de *Tectona grandis* dans cette étude, est significativement inférieure à celle trouvée par Kouassi [24]. On en déduit que les biofilms à base de *Tectona grandis* sont plus fins et donc plus malléables, ce qui en fait de bons candidats à la confection d'emballages souples, plutôt que *Musa sapientum*.

Le tableau 8 présente la sensibilité à l'eau de biofilms. La sensibilité des feuilles est donnée en fonction des proportions par la formule:

$$S = 1,44 - 0,382x + 0,158y - 0,870z - 0,042x^2 - 0,00124y^2 + 0,1085z^2 - 0,0038x*y + 0,173x*z - 0,0283y*z \text{ (Minitab plan de Box-Bokhen)}$$

Avec x: masse de feuille; y: masse d'amidon et z: masse de glycérine

Avec l'espèce *Tectona grandis*, on remarque que pour 2,5 et 3,75 mL de glycérine les sensibilités sont inférieures à 0,2 tandis que pour 5mL de glycérine la sensibilité est supérieure à 0,2. Il faut donc une quantité de glycérine inférieure à 5mL pour une sensibilité minimale. De plus pour la sensibilité minimale dans tous les cas la quantité de l'amidon est proche de 6g et celle de la feuille est proche de 1g. En outre les sensibilités minimales à l'eau des biofilms du *Musa* sont proches de 0,3 quelle que soit la quantité de glycérine. La plus petite valeur est obtenue pour 2,5mL de glycérine.

Tableau 8. Sensibilité à l'eau des biofilms

Echantillons	<i>Tectona g.</i>	<i>Musa s.</i>
1	0,527±0,047 ^d	0,266±0,006 ^c
2	0,547±0,110 ^b	0,360±0,194 ^b
3	0,174±0,096 ^f	0,322±0,056 ^b
4	0,416±0,094 ^c	0,420±0,067 ^b
5	0,241±0,003 ^e	0,317±0,007 ^b
6	0,657±0,017 ^a	0,469±0,135 ^b
7	0,621±0,051 ^b	0,321±0,479 ^b
8	0,583±0,091 ^b	0,440±0,000 ^b
9	0,568±0,237 ^b	0,393±0,013 ^b
10	0,343±0,073 ^g	0,487±0,013 ^b
11	0,5±0,1 ^d	0,343±0,053 ^b
12	0,236±0,046 ^e	0,536±0,036 ^a
13	0,387±0,045 ^c	0,543±0,021 ^a
14	0,189±0,106 ^f	0,463±0,004 ^b
15	0,411±0,072 ^c	0,448±0,001 ^b

4 CONCLUSION

Les enjeux du développement durable nous imposent de nouvelles pratiques, notamment dans le domaine des emballages alimentaires. En République du Bénin, plusieurs initiatives visent à valoriser les agroressources afin d'en faire des emballages modernes biodégradables. La présente étude a ainsi montré le fort potentiel que présentent les feuilles des espèces *Musa sapientum* et *Tectona grandis*, traditionnellement employées pour leurs vertus.

Après une caractérisation chimique des espèces en vue d'identifier leurs principaux principes actifs et groupes fonctionnels, il a été procédé à leur mise en œuvre. Ce procédé a permis de réaliser des biofilms à base de feuilles broyées, dispersées dans une matrice d'amidon de manioc. De la glycérine a alors servi de plastifiant lors des diverses formulations. Ainsi, le biofilm contenant 1,5g de feuille; 12g d'amidon et 2,5mL de glycérine pour l'espèce *Musa sapientum* et celui contenant 1g de feuille; 6g d'amidon et 3,75mL de glycérine pour *Tectona grandis* obtenus à la fin de ces travaux ont des caractéristiques physico-chimiques (sensibilité à l'eau, épaisseur etc.) idéales pour la confection d'emballages biodégradables. Les recherches doivent cependant se poursuivre, afin d'optimiser le process de mise en œuvre.

REMERCIEMENTS

Nos sincères remerciements au Programme de Fonds Compétitifs et de Recherche (PFCR-3) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC/BENIN). Leur financement a permis de conduire les travaux à l'origine du présent article.

REFERENCES

- [1] SIMON G. (2020). Formulation et renforts de blocs en matériau terre pour une utilisation structurelle. Construction durable. INSA de Rennes, 2020. Français. NNT: 2020ISAR0007. tel-03194559.
- [2] GONTARD N., Guillard V., Gaucel S., Guillaume C. (2017). L'emballage alimentaire et l'innovation écologique dans toutes leurs dimensions. Innovations Agronomiques, INRAE, 2017, 58, pp.1-9. 10.15454/1.5137830815050605E12. hal-01668195.
- [3] DAVID G. (2019). Eco-conversion de résidus lignocellulosiques de l'agriculture en matériaux composites durables à matrice biopolyester. Autre. Université Montpellier, 2019. Français. NNT: 2019MONTG030. tel-02481223.
- [4] LAJARRIGE A. (2019). Exploring of risks and benefits related to the use of nanoclays in biodegradable materials for food contact application. Chemical and Process Engineering. Université Montpellier, 2019. English. NNT: 2019MONTG052. tel-02800339.
- [5] FANON J. (2019). Fragmentation des plastiques: effet de l'environnement et de la nature du polymère sur la taille et la forme des fragments générés. Matériaux. Le Mans Université, 2019. Français. NNT: 2019LEMA1033. tel-02954351.
- [6] LOPEZ D. (2018). Comportement d'un thermoplastique renforcé de fibres de verre soumis à des chargements thermo-mécaniques. Matériaux. Université de Bretagne Sud, 2018. Français. NNT: 2018LORIS488. tel-01977983.
- [7] HAJER D. (2018). Contribution à l'étude du comportement mécanique et vibratoire des composites biosourcés incorporant des matériaux fonctionnels. Acoustique [physics.class-ph]. Le Mans Université; Université de Sfax (Tunisie), 2018. Français. NNT: 2018LEMA1017. tel-01849252.

- [8] KABBEJ M. (2021). Modélisation multi-échelles des transferts de matière dans des bio microcomposites. Autre. Université Montpellier, 2021. Français. NNT: 2021MONTG078. tel-03602935.
- [9] SEYED A. B. (2012). Modification des propriétés physico-chimiques de l'amidon par procédés hydrothermiques: Contribution à l'étude des transferts couplés chaleur-masse. Autre. Université de La Rochelle, 2012. Français. NNT: 2012LAROS366. tel-00823904.
- [10] LEILA A. (2019). Modélisation des transferts couplés masse-chaleur dans un matériau amylicé lors des hydrotraitements par haute pression: caractérisations physicochimiques et thermophysiques. Thermique [physics.class-ph]. Université de La Rochelle, 2019. Français. NNT: 2019LAROS025. tel-03065830.
- [11] GBESSO G. H. Gbesso F., Gbaguidi S. (2015). Aspects Socio-Economiques Des Emballages-Feuilles Des Zones Humides Du Sud Benin décembre 2015 European Scientific Journal November 2015 edition vol.11, No.32 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431.
- [12] HAMMOU A.-D. (2012) *Contribution à l'étude et à la modélisation du comportement dynamique des emballages*. Mécanique. Algérie-France: Thèse de l'Université Djillali Liabès SidiBel Abbès et l'Université de Reims Champagne-Ardenne.
- [13] ONZO C. Azokpota P. (2014) Caractéristiques physico-chimiques, phytochimiques et toxicité des espèces utilisées comme emballage alimentaires en Afrique de l'Ouest. International Journal of Biological and Chemical Sciences 8 (4), 10504-1516.
- [14] AOAC (Association of Official Analytical Chemists), *Official methods of Analysis*. (14th edn). Association of Official Analytical Chemists, Minnesota: USA, 1984.
- [15] LNE (laboratoire national de métrologie et d'essais). <https://www.lne.fr/fr/comprendre/la-metrologie>. Consulté le 15 août 2021.
- [16] AGBANGNAN P., Tachon C., Chrostowka A., Bonin H. et Fouquet E., Phytochemical study of a tinctorial plant of benin traditional pharmacopoeia: the red sorghum (*Sorghum caudatum*) of Benin, 13 (2), pp. 121 – 135, 2012.
- [17] KOUDORO D., Yovo M. et Agbangnan C.P.D. Chemical characterisation, andiradicaland entibacterial activities of the root bark of *Cochlospermum planchonii* of Benin, vol.07 (04), 1582-1594, 2014.
- [18] SORO B., Inza B., Etchian A. T. et Bokra B. Etude phytochimique et pharmacologique de *Bridelia furruginea* benth (euphorbiceae) sur la motricité du *Taenia colinde* cobaye vol.5.No.2, 2009.
- [19] BELIBI P. C. Elaboration et caractérisation des biofilms à base d'amidon de manioc renforcés par des charges minérales bi et tri-dimensionnelles. Mécanique des matériaux [physics.class-ph]. Université de Haute Alsace - Mulhouse; Université de Yaoundé. Faculté des Sciences, 2013. Français. NNT: 2013MULH6011. tel-01202602.
- [20] RAMANANKOARIVO (2015). Application de la méthode de Doehlert à l'optimisation du pouvoir couvrant, du temps de séchage et de la résistance à l'eau des peintures acryliques. Génie des procédés. Madagascar: Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master 2 recherche. 81p.
- [21] GOUPY J., L. CREIGHTON (2006) *Introduction aux plans d'expériences*. DUNOD 3^e édition, Pp179-199.
- [22] PONT E. (2011). Contrôle des impuretés dans les substances pour usage pharmaceutique selon la pharmacopée européenne: évolution des connaissances et des méthodes analytiques de contrôle. Pharmacie. France: Thèse de l'Université de Limoges.
- [23] GOLDFARB B., Pardoux C. (2013). Introduction à la méthode statistique. Statistique et probabilités. Cours et exercices corrigés. Dunod, 7^e édition. Pp215—273.
- [24] KOUASSI E. K. A. (2018). *Contribution à la valorisation des sous-produits agricoles en bioproduits*. France, Mémoire de thèse de l'Université de Toulouse.

