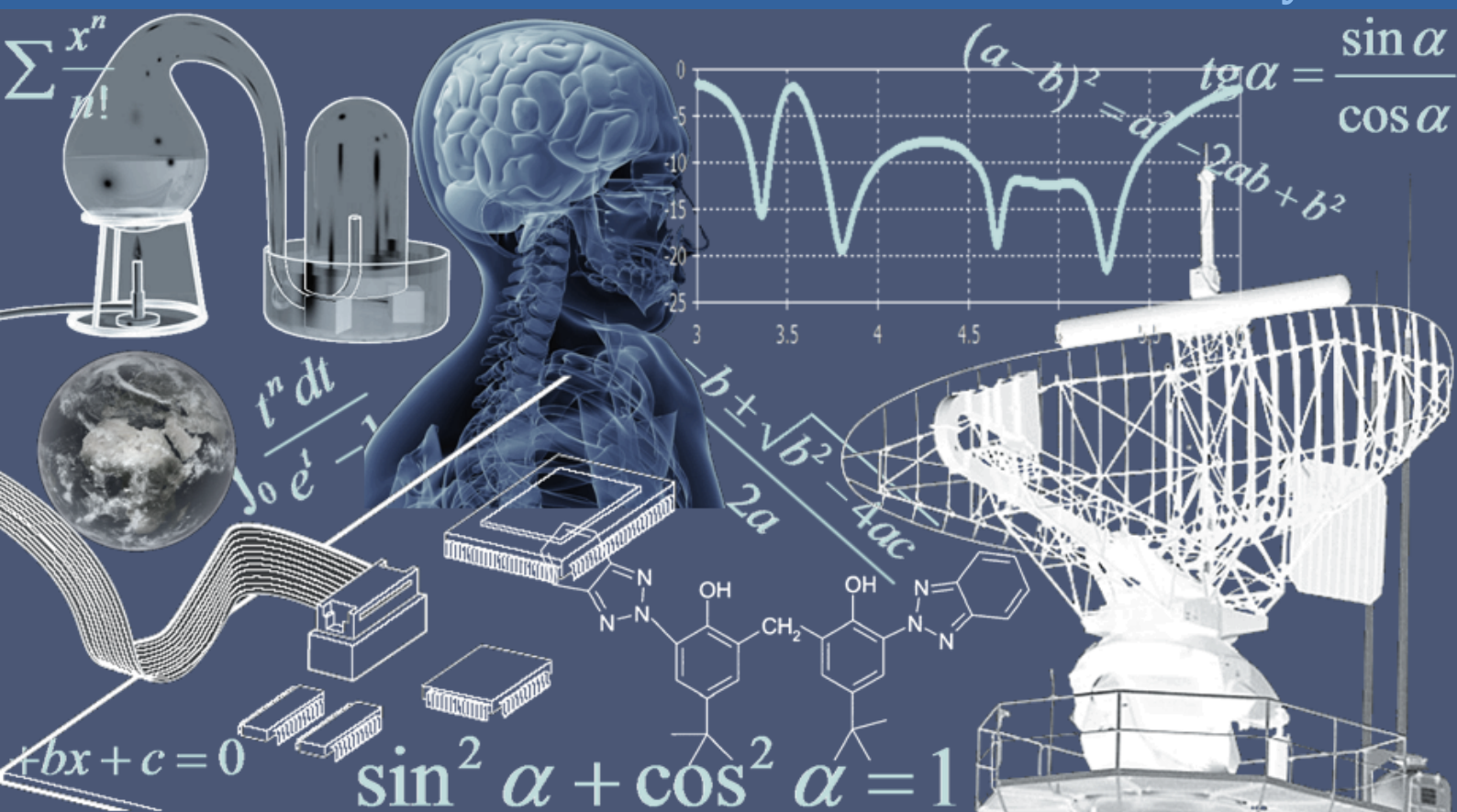


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 32 N. 1 February 2021



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 Julia, 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

THE ASPECTS OF CONSCIOUSNESS IN THE VIEW OF PAULI'S EXCLUSION PRINCIPLE IN QUANTUM MECHANICS AND OF THE ENSLAVEMENT PRINCIPLE IN BRAIN STRUCTURES	1-14
<i>Waldemar Ulmer</i>	
Non-inferential Probabilistic Method for designing Typical Species of Northern Greece Oak Forest Natura 2000 Habitat Types	15-23
<i>Frederic Bendali and Michel Godron</i>	
Freins à la création d'entreprise par les jeunes en Afrique: Une étude exploratoire auprès de jeunes diplômés congolais	24-34
<i>Jean Kahuisa Makina</i>	
Effet de <i>Jatropha curcas</i> sur les propriétés physiques et chimiques des sols dans la zone sud-soudanienne du Burkina Faso	35-42
<i>Pascal Bazongo, Bassiaka Ouattara, Karim Traore, and Ouola Traore</i>	
Impact de la réglementation prudentielle Bale III sur le financement bancaire des petites et moyennes entreprises marocaines	43-49
<i>Maroua Zouigui</i>	
Criminalité faunique liée aux espèces animales totalement protégées vendues dans les marchés de Mbandaka, Province de l'équateur (RDC)	50-62
<i>Matthieu Sekalo Mandele, Eddy Mwanzo, Aimé Masomi, Cédric Enzinga, and D.E. Musibono</i>	
An investigation on effect of mean stress on bending fatigue failures of compressor valve reeds	63-69
<i>Kévin M. Tsapi Tchoupou, Bertin D. Soh Fotsing, and Desire Ndjangfang</i>	
Quelle échelle théorique musicale référentielle des modes tunisiens ? Tbâ dhil exemple	70-82
<i>Khaled Jmel</i>	
Identification des dates de démarrage et de fin des saisons des pluies à Pointe-Noire (République du Congo)	83-92
<i>Martin Massouangui-Kifouala</i>	
Gestion des constructions des bâtiments pour habitation au Cameroun: Historique, état des lieux et perspectives d'une réappropriation des techniques de construction durables (ancestrales)	93-101
<i>Ervé Destin Dsonwa Manfo, Chrispin Pettang, and Clotaire Mwebi Ekengoue</i>	
Follow-up of Physico-chemical parameters of the compost manufacturing tests according to the different constituents	102-112
<i>Nikita Topanou, Mariane Domeizel, Pascal Prudent, Jacques K. Fatombi, Jean Gouvidé Ghaquidi, Josse Gérard, and Taofiki Aminou</i>	
Perceptions paysannes d'options technologiques de gestion intégrée de la fertilité des sols sous cultures de sorgho et de niébé dans la région Est du Burkina Faso	113-122
<i>Pouya Mathias Bouinzemwendé, Serme Idriss, Gnankambary Zacharia, Zoumboudre Georges, Somda B. Béatrice, Kiba D. Innocent, Sedogo Michel Papaoba, and Lompo François</i>	
Evaluation de l'effet insecticide des formulations a base des graines de Moringa Oleifera sur <i>Acanthoscelides Obtectus</i>	123-130
<i>Kone Nsangou Abdou Nourou, Heu Alain, Mhoussi Serge Bertrand, Manga Essouma François, Myondo Nganti Dorothée, Ndogho Pegalépo Angèle, Ambela Mikeng Jean William, Ndonga Bekolo, and Ambang Zachée</i>	
The educator's representation of the juvenile delinquent in childhood protection centers in Morocco	131-140
<i>Mohamed NACHIT</i>	
Music in Covid time	141-143
<i>Ridha Mahfoudhi</i>	
Investigation of different parasites of farmed pigeons at Dinajpur Sadar Upazila	144-155
<i>Md. Gausur Rahman, S.M. Harun-ur-Rashid, Md. Haydar Ali, and Md. Golam Azam</i>	
Epidemiology of <i>Ascaris lumbricoides</i> and <i>Trichuris trichiura</i> infestations in students at the University Félix HOUPHOUËT-BOIGNY in the south of Ivory Coast	156-165
<i>N. Jean-Paul N'GBESSO, Nicaise Aya N'guessan Épse OKOUBO, Agodio LOUKOURI, Doumbia M. CISSE, Serge MAMBEY, Miyerkina Sarah Bénédicte Épse Kouadio SORO, and A. Aimé Constantin AHOUA</i>	

Propuesta de una economía circular para envases vacíos de agroquímicos	166-174
<i><u>Marcia Beatriz Cuadras-Valenzuela and Marco Arturo Arciniega Galaviz</u></i>	
Etude géochimique des roches carbonatées de l'est du territoire de Rutshuru: Cas de Bwisha, RD Congo	175-182
<i><u>Landry Bahati Mudahera and Gloire Sadiki Barata</u></i>	
Modèle Système d'Information et Big Data: Étude de cas (Mutuelles de Santé au Maroc)	183-191
<i><u>Ghita Hajraoui and Jamal Zahi</u></i>	
Captador de agua pluvial para combatir el desabastecimiento de agua en la región de Huauchinango	192-199
<i><u>Gregorio Castillo Quiroz, Florinda De La Cruz Martínez, Gustavo de los Santos Lázaro, Dulce Ibet Barrales Márquez, and Aldrín Jesús Cruz Juárez</u></i>	

THE ASPECTS OF CONSCIOUSNESS IN THE VIEW OF PAULI'S EXCLUSION PRINCIPLE IN QUANTUM MECHANICS AND OF THE ENSLAVEMENT PRINCIPLE IN BRAIN STRUCTURES

Waldemar Ulmer

Max-Planck Institute of Physics, Goettingen, Germany

Copyright © 2021 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 problem of consciousness is a very old one of mankind. With beginning of enlightenment and the increasing importance of science the appearance of consciousness was shifted from philosophy to experimental methods in physics, chemistry, medicine, and to neurobiology, emerging the view that all perspectives of consciousness can be reduced and explained by the mentioned disciplines. This view is referred to as strong monism. Since the pure monism cannot explain consciousness and all related aspects of psychology and philosophy, the two-aspect monism turned out to incorporate a promising way to approach the problem. The present study considers the problem of memory and based on quantum mechanics. In particular, the role of the Pauli exclusion principle is analyzed, since from its viewpoint, elementary particles like electrons must exhibit a certain kind of memory with regard to occupied or unoccupied quantum states. Due to the enslavement principle this level of memory increases with increasing of complex molecules and structures. It is also very important with regard to long-range entangled states, which indicate to assume information functions in pyramidal cells.

KEYWORDS: Consciousness, Brain research, Mind, Memory, Entanglement, Exchange interactions, Enslavement.

1 INTRODUCTION

Consciousness of humans is a fundamental problem in psychology and philosophy. Based on increasing knowledge of specific functions of brain structures, brain research has adopted this problem in order to gain new insights. Since we have mind and feelings, the question arises, whether psychological aspects can be classified as a principal property of an additional dissociation of living systems, and whether only higher developed biological organizations should be attributed to these properties. Thus, we as humans are regarded as the highest species know about consciousness owing to our introspection, but it is rather an open question, insofar primates such as chimps or gorillas and even lower animals possess consciousness, although it is evident that they feel pain, but probably they do not reflect about suffering. The question of the existence of consciousness is rather an old problem and has been emerged in philosophy, but its origin may come from religion, where the soul plays a central role in the behavior of humans. Even in our common language this dissociation is always present, since we speak about feelings like happiness, joy, fear, pain, bad temper, hate and affection. An enhancement of the central association with soul occurs in various forms in religions such as Judaism, Christianity, Islam, Hinduism, and Buddhism. Since all expressions we make use in our daily language having lastly a religious origin, the dissociation between matter and mind is still present due to our introspection. Recent insights of brain research do not play a decisive role in our thinking and perception and are usually ignored. This dissociation between aspects of matter on the one side and processes of mind/psyche on the other hand is usually referred to as the dualistic view. Apart from religious aspects, Plato was the most important representant of dualistic philosophy in the Hellenic antiquity. According to Plato's view, the soul of humans is regarded as an immortal, immaterial 'thing', whereas the body is fleeting. In the era of enlightenment, philosophy received in increasing significance in the ideas of European scholars.

Descartes famous sentence '*Cogito ergo sum*' emphasizes the importance of dualistic thinking in the philosophy of the beginning of modern age. However, due to the progress in natural sciences, medicine, biology and psychology the dualistic view got doubts. In the time before Freud only animals got the attribute to act solely by drives, and all their motivations are

steered by a libidinous behavior. If at all, consciousness was only attributed at the utmost to the primates being our nearest relatives of animals. Due to the development of psychoanalysis mainly originated by Freud the steering of human behavior by drives has been put forward. Based on this view, the conviction became of increasing importance, that all steering processes can be reduced to physicochemical mechanisms, which determine the behavior of all living systems (strong monism). The discovery of these mechanisms could be made available through the functional MRT (fMRT), PET-CT, PET-MRT, EEG, which provide the distinction between different functions of the corresponding areas and structures of the brain. However, we do not present details of experimental neurobiology and refer to significant literature comprising the present stage of this research [6, 33, 37, 38, 42, 53], which will bear further interesting data and insights.

2 PHILOSOPHICAL ASPECTS OF CONSCIOUSNESS AND THE VIEW OF EXPERIMENTAL NEUROSCIENCE

The fundamental problem of consciousness exhibits two different ways of description, namely brain research and philosophical considerations based on feeling out the existential questions of humans. It is apparent that the philosophical way to reach an access to the consciousness problem is closely related to religion, and these both roots may have been mutually stimulated. I restrict myself to some essential views clarifying the method of the present communication. When we refer to well-known, famous philosophers, e.g. Descartes, Hume (the predecessor of Kant's philosophy), Leibniz, Kant, Schelling, Schopenhauer, Russell, Popper, then there exist – besides their original works – numerous secondary essays, which appear to have become rather unmanageable. Based on the progress of natural sciences, which has led to experimental observations and the mathematical description of the measurement data, a new era of philosophy became feasible. This development may be associated with Copernicus, Kepler, Galilei, Huygens, Leibniz, Newton, etc. The question of the intrinsic properties of matter became significant in philosophy, since the world view of the old Helens appeared to be indefensible. Leibniz, mathematician and nature philosopher, considered 'Monads' as the fundamental property of matter. Kant and Schopenhauer considered a similar question of the property of matter, namely '*what is the thing in itself*'. Although this formulation might appear to be antiquated, it may be associated with the rather actual problem of modern physics: What is the intrinsic property of the matter of elementary particles or electric charge. Fundamental aspects of Kant's philosophy are 'assessments a priori' and 'assessments posterior'. However, they are based on the knowledge of the nature in Kant's lifetime. Due to relativity theory and quantum mechanics these assessments cannot hold in the original way.

Schelling developed a philosophical scheme showing similarities to the views presented in recent considerations [28 – 30, 40, 41]. The main principles of this scheme are *identity philosophy* (a) and *natural philosophy* (b). With respect to the domain (a) Schelling developed ideas on the structure of consciousness as the fundamental basis of human pansophy representing the original mold in order to derive all secondary categories of philosophy and perception. In philosophy and nature science a supreme basic principle must exist, which Schelling denoted as the '*absolute*', and all philosophical concepts and notions can be deduced from it. This absolute is located beyond objective provability (in mathematics this is called *axiom*). Schelling also introduced the distinction between the '*I and It*', which also exhibits a relevance in modern physics, e. g. the complementarity developed by Bohr, considered in the following section. Schelling's further aim is to find the unity of knowledge, belief, and will. Nature is considered as an entity, the dissociation of this entity into natural science and humanities must be abolished. We should add a sidenote to the idea of the entity: The medical doctor Robert Mayer was impressed by this perception and philosophy leading to the impact that heat (produced in many physical and physicochemical processes) is a special kind of energy, and the total energy including heat energy is conserved. By that, the fundamental law of physics, namely the conservation of energy, was born. The natural philosophy (b) was the subject of the question, which Schelling intensively considered during his whole life-time. In the early period, Schelling used principles of transcendental philosophy as a starting point for the classification of nature phenomena. In contrast to Newton, Schelling considered nature as an organism (a similarity to the 'Monads' of Leibniz is obvious), which can be attributed by immanent dynamical processes, incorporating a living system of low order, and permanently reproducing and changing itself to gain structures of higher order. The different forces acting in nature represent a preliminary and instable equilibrium state incorporating the aspiration to create new formations. We can summarize: The dynamical process occurring in nature is linked to a development of forms and structure of higher order and complexity. In this connection, Schelling describes matter in nature by metaphors representing mechanism, chemism, living systems. The highest step in this evolution chain is obtained by humans, equipped with mind and consciousness. Schelling initiated the description of self-organization processes, which have assumed a central importance in modern molecular biology, and we refer to the enslavement and self-organization principle in biology [19]. Schelling considered finally incarnation as a fundamental evolution of the nature in direction to mind, spirit, and soul. By that, Schelling adopted the world-view of panpsychism, and Goethe was impressed by the view of panpsychism [1, 22, 44]. Goethe possessed the ability to formulate profound questions in an exalted way: The fundamental problem of matter arising in physics and existing until presence has found a wonderful formulation in Goethe's Faust, namely, to recognize 'what holds the world together in its

inmost folds'. In modern particle physics one approaches this problem by elucidation of the quark structure properties. Goethe certainly could not know about these aspects of modern physics. However, the fundamental problem of the intrinsic property of matter are still present [28 – 30, 40, 41]; Goethe may be regarded as a predecessor having put forward this question. With the progress of science, in particular, biochemistry and medicine, the dualistic view of consciousness was shifted more and more to background. Only the neuroscientist Eccles [11, 12], supported by the philosopher Popper, have been the most prominent representants of it. In order to keep the idea of a soul, they introduced a so-called immaterial field, which should interact with biomolecules by psychons in analogy to massless photons mediating the interaction with charged particles [electrons, protons, and neutrons, if the quark structure is accounted for]. However, there are fundamental problems of this mental field and the psychons, e. g. the conservation of energy. It is impossible to detect this mental field and the interacting psychons by experimental methods. The analogy to photons does not hold, since photons exhibit a zero-rest mass, but due to the velocity of light they have a nonvanishing momentum mass, and interact with matter via electric or magnetic components. Since this view could not be accepted by neurobiologists and physicists, the idea of psychons has been rejected.

In the nineteenth century, there have been two milestones towards biochemistry/molecular biology: The synthesis of urea by Wöhler in 1828, and the discovery of nucleic acids by Miescher in 1869. However, the way from nucleic acids to understanding their function yielding finally DNA consumed about 100 years. The discovery of Wöhler confirmed the view that there is no difference between organic and inorganic chemistry. The progress in anatomy and biochemistry supported the assumption that living systems are characterized by biological functions. The imagination of the soul became obsolete. This is the *monism* view, according to which all biological functions can be reduced to physical and chemical mechanisms. It is also assumed that biology inclusive the mind with feeling and thinking will be explained by monism, and it would only be the necessary time to confirm monism by further data and insights. The present development of biotechnology based on the role of the molecular biology of DNA, proteins, brain functions seems to be right. It is not the purpose to draw a comprising image of the development of brain research. Everybody knows how *lysergic acid diethylamide molecules (LSD)* or *alcohol* (in higher doses) influence/change the *mind* and, by that, the complete personality structure of a human, which shows that even *psychic* processes are closely coupled to material processes. Another example may be lesions in brain after accidents or surgical operations, which may lead to reduced functions. By that, these examples make sure that the brain inclusive its very complex molecular structure is the center of all cognitive abilities (introspection, perception, long-time and actual memory, etc.). This fact speaks in favor of monism, but the hard problem of conscious and unconscious (Freud) remains unsolved. The present results in brain research are in flow, and appear to be preliminary. In this connection, we refer to three publications [15, 20, 24], which make apparent some principal differences between the human brain and those of the nearest primate relatives (e.g. chimps, gorillas, etc.). The human brain comprises a volume, being about 3 times bigger than that of the nearest primates. But this fact is not the only decisive feature, since above all the interconnectedness between the brain areas is significantly increased, and the pyramidal cells play the essential role.

The cortex of the human brain is equipped with pyramidal cells, which are able to provide connections with the hippocampus, the memory center of the brain. It is a recent finding [20] that via a single mutation of the gene ARHGAP11B localized in mitochondria is responsible for the activity of the stem cells to yield the increase of nervous cells in the cortex by a factor 3 correlating with the corresponding volume of the human cortex. A further finding [24] confirmed the exceptional architecture of the human brain by the activity pattern, and some genes are only active in the human cortex. What are the consequences of this special position? The communication [15] reports of measurements performed at the dendrites of nervous cells in the cortex. The authors [15] have studied the signals of single dendrites with the help of calcium-controlled action potentials. The result is that due to the narrow network of the synapses, the dendrites are already in the position to allocate the intensity of the signals. The pyramidal cells in some cortex areas exhibit the ability to perform 'computer power'. This fact is an exclusive feature of the human cortex; the human brain differs significantly from the other primates. The close interconnectedness of different human brain areas could also be demonstrated by exposing probands to different kinds of music with the help of fMRT. The primary auditory cortex as the receiver of acoustical signal transfers information induced by music to other brain regions, where dependent of the kind of music different feelings are evoked. Studies performed in connection with music therapy revealed that all brain areas are involved to produce these feelings. There is also a remarkable difference, if probands only use to listen music (passive case) or if they perform active music by the singing or by playing an instrument [2, 4, 26, 27, 39, 51]. The parallelism between psychological and organic processes could be shown in profound chronobiological studies [8, 43]. These studies revealed the following results: For probands with positive affect of the mood the circadian biorhythm was dominating, whereas for probands with negative affect of the mood the circaseptan biorhythm dominated. These results point out the close connection between the biorhythm of organ functions, the production of some hormones (e.g. hypothalamus and hypophysis), and the overall feeling characterized by the mood.

3 ASPECTS OF THE QUANTUM MECHANICS AND THE ROLE OF THE PAULI PRINCIPLE (PP) IN THE FOUNDATION OF CONSCIOUSNESS

3.1 OVERVIEW OF THE BASIC PRINCIPLES OF QUANTUM MECHANICS AND MOLECULAR MECHANISMS

It is noteworthy to refer to the statement [28], that the principles of quantum mechanics (abbreviation: **QM**) on the one side, and the genuine property of consciousness on the other hand have been declared as 'mysterious'; this statement refers to the duality between particle-like and wave-like properties of the quantum mechanical objects. It should be admitted that from the experiences and views by the macroscopic world, some aspects of QM may appear to be curious or contradictory. However, I cannot accept the view of mysterious aspects, since QM works well in many fields of applications such as solid-state physics [25], quantum chemistry [35, 47 - 49], nuclear and particle physics [13, 14, 46, 50], atomic physics, spectroscopy and quantum optics (laser and applications) [17, 18]. Feynman, who introduced the path integral method as a reformulation of QM, summarized this problem by: 'Physicists who assert to have understood QM do not understand it'. Feynman's statement occurred in a small circle of participants in a conference on quark theory. Based on *relativistic quantum theory*, Pauli [34] provided the proof that all particles with half-odd spin have to account for the exclusion principle. Since the exclusion principle plays a decisive role in the present study, it will be discussed in detail. The aspects of the simultaneousness of the rest systems of elementary particles has been analyzed in a profound study [46]. With regard to the present considerations, restricted to molecular biology, we have only account for spin-1/2 particles and, above all, for electrons. Particles with zero or integer spin have to obey Bose-Einstein statistics (e.g. photons: spin-1, π -mesons: spin-0). Elementary particles with spin-1/2 obey the exclusion principle, electrons, protons, neutrons and their antiparticles. Since the relative mass of atoms and molecules is determined by the protons and neutrons, properties like sound propagation or heat energy of a medium immediately result from them. The proton number of atoms agrees with the correspond electron number, which is the essential condition of the formation of complex molecules, necessary in chemistry and molecular biology. The total spin of molecules usually is zero (singlet state), true for almost all cases, the Bose-Einstein statistics is applicable with regard to molecular associations, if the internal structure of the molecules does not play a significant role, e.g., in gases without interactions between the constituents. An essential exception is the noble gas He (closed shell case), where the Bose-Einstein condensation provides the peculiar behavior at deep temperatures near the absolute zero point. A further interesting case is the triplet ground state of the O₂-molecule with two parallel spins (up, down, perpendicular), important in binding to hemoglobin coupling with relevance in its blood transport.

The question is now, what are the quantum mechanical principles ruling the behavior of many-electron systems in atoms and in the formation of molecules? It is clear that the motion of electrons in the attractive Coulomb field of nuclei and the repulsive electron-electron interaction are described by the Schrödinger equation. But this is not the whole story, since two additional principles have to be accounted for, namely (a) Pauli's exclusion principle and (b) the indistinguishability of identical particles belonging to the same kind, e.g. electrons:

1. The Pauli Exclusion Principle or more short Pauli principle (**PP**) tells that each quantum state of the total system (atom or molecule) can only be occupied by one spin-1/2 electron. Pauli originally deduced this principle by studying the electron configuration of many electron atoms. The most prominent exception is the isolated H-atom and its role at the early quantum mechanics, since it is a one-electron-system, and spin-1/2 of the electron (and of the proton) only becomes feasible by the interaction with an external magnetic field. In physics, the exclusion principle has attained the importance comparable with the conservation of the total energy due to its universal applications, e.g. the quarks with spin-1/2 obey it, which determine the internal structure of baryons, e.g., protons and neutrons. The significance of the Pauli principle is, however, not yet exhausted, since in connection with the already mentioned case (b) the energy of a total system is remarkably modified.
2. According to a proved behavior that microparticles of the identical constituents cannot be distinguished, the many-electron-system remains unchanged by exchange of its constituents, and this property represents a further fundamental axiom in QM. This fact is in contrast to classical macroparticles, where all constituents can be distinguished leading to the Boltzmann statistics, i.e. they are labeled. Since electrons are indistinguishable with regard to their quantum states (a necessary property of microparticles), and the **PP** only permits the occupation of a quantum state by *one* single electron, we receive a completely new situation by the existence of *exchange interactions* due to their indistinguishability.
3. The physical foundation is explained by the simple reduction to an interacting 2-electron case, but the extension to a many-electron-system is rather straightforward. Assume the quantum state of the electron x_1 may be given by $\psi_1(x_1)$ and of electron x_2 this is $\psi_2(x_2)$, then the permutation of the identical electrons provides that $\psi_1(x_2)$ and $\psi_2(x_1)$ have to lead to

the same physical observation (the electrons cannot be labeled as usual in classical physics). Since on the one side the electrons are indistinguishable and permutations of the quantum states represent a necessary property of microparticles, and, on the other side, the *PP* only permits the occupation of a quantum state by one single microparticle, we receive a completely new situation, namely the existence of *exchange interactions* due to their permutability requirements.

The total wave-function satisfying the exclusion principle of the two-electron system for simplification can be written as an anti-symmetric product:

$$\psi(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2) = N \cdot [\psi_1(\mathbf{x}_1) \cdot \psi_2(\mathbf{x}_2) - \psi_1(\mathbf{x}_2) \cdot \psi_2(\mathbf{x}_1)]. \quad (1)$$

N is only a normalization factor of the wave-function, which is not of interest here. However, this formulation of the total wave-function (state of the two-electron system) is only valid, if there is no interaction between the both electrons. Thus, the above wave-function is too simple, since electrons interact by Coulomb repulsion (the corresponding Schrödinger equation will not be regarded here). Therefore, the total wave-function has to be extended by a correlation function $K(\mathbf{x}_1 - \mathbf{x}_2)$, and a rather interesting correlation function is a two-point Gaussian function. By that, the modification of eq. (1) assumes the shape:

$$\left. \begin{aligned} \psi(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2) &= N \cdot [\psi_1(\mathbf{x}_1) \cdot \psi_2(\mathbf{x}_2) - \psi_1(\mathbf{x}_2) \cdot \psi_2(\mathbf{x}_1)] \cdot K(\mathbf{x}_1 - \mathbf{x}_2) \\ K(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2) &= \frac{1}{\sigma^3 \cdot (\sqrt{2\pi})^3} \cdot e^{-\frac{(\mathbf{x}_1 - \mathbf{x}_2)^2}{2\sigma^2}} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

It should be noted that the correlation function K already satisfies the *PP*, therefore the restriction of the anti-symmetric product of the wave-function can be lowered. Rather important is the coherence length σ , since it determines the distance of a strong correlation in order to fulfill the *PP*. It should be noted that even long-range exchange interactions are controlled by the *PP*.

Thus, for long-range correlations the single Gaussian correlation function might be not enough sufficient, and a linear combination of two shifted Gaussians resulting from the substitutions $\mathbf{x}_1 \rightarrow \mathbf{x}_1 \pm \beta$ and $\mathbf{x}_2 \rightarrow \mathbf{x}_2 \pm \beta$ may be more adequate:

$$K(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \sigma) = c_1 \cdot K(\mathbf{x}_1 \pm \beta, \mathbf{x}_2, \sigma) + c_2 \cdot K(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2 \pm \beta, \sigma). \quad (2a)$$

It makes sense to equate $c_1 = c_2 = 0.5$, but eq. (2a) can be generalized to more than two linear combinations, and the sum of the coefficients has to be **1**. It is obvious that with regard to a system containing various interacting electrons the correlation function according to eq. (2a) basically requires noteworthy extensions, but the underlying principle remains unchanged.

Examples of long-range couplings are: In superconductivity, we have to deal with two-electron correlations with opposite spin, which are coupled by a phonon (a state of quantized sound waves). The total spin is zero, and due to the long-range correlation these two electrons behave as a quasi-particle (Cooper pair) and a state of higher order is reached (a). As the *PP* connects correlated quantum states with rather long distances (the correlation length σ may even be beyond the usual microscopic distances), we have to deal with the so-called '**entangled states**', which have received increasing attention during the last decade. The Cooper pairs in superconductivity (a) are examples of entangled states (b).

Exchange interactions are essential tools in the research of interacting quantum particles obeying the exclusion principle. Which information provide these interactions with regard to molecules and chemical bonds in many-electron system, if we have to deal with chain molecules?

- The total energy is lowered by the exchange interactions between the repulsive electrons, and the neglect of the *PP* may either lead to a smaller lowering effect of the binding energy or even chemical bond is instable.
- Noble gases exhibit a particularly high amount of energy lowering and form the stable noble gas configuration; the formation of chemical bonds between atoms is closely related to the noble gas configuration.
- Atoms aspire to reach states similar to noble configurations by forming molecules and the binding energy is lowered. Examples: The noble gas configuration of two electrons (He) can be reached by the chemical bond of two H-atoms to yield the H₂-molecule (prototype of covalent binding). On the other hand, when the atom (1) is missing one electron to reach noble gas configuration and the second atom (2) possesses one more electron, then by the ion binding the noble gas configuration is reached for both atoms. Atom (1) is the acceptor and (2) the donator by a charge transfer mechanism.

The ion-binding provides the formation of ion crystals, e.g. **NaCl**, but the dielectric constant of water molecules reduces the binding forces in a strong manner yielding **Na⁺** and **Cl⁻** by dissociation.

There arises the question of the specific importance of covalent bindings. In many actual situations, we obtain chemical bindings neither by covalent- or by ion-bonds, and it is only possible that one of special case characterized by the binding strength is predominant. With regard to molecular biology it should be mentioned that covalent bindings favor the **formation of chain molecules**. Because of the importance of carbon in biochemistry and molecular biology, we should consider detailed its electronic configuration by the view of the exclusion principle (for details of the chemical bonds and to the PP, textbooks of physics and chemistry should be consulted).

The electronic configuration of carbon permits two possible cases:

$$\left. \begin{array}{l} \text{case 1 (two-valued carbon): } 1s^2, 2s^2, 2p_1^1, 2p_2^2 \\ \text{case 2 (four-valued carbon): } 1s^2, 2s^1, 2p_1^1, 2p_2^1, 2p_3^1 \end{array} \right\} \cdot (3)$$

A prototype of case 1 is carbon-monoxide (C = O). In molecular biology, we have to deal with case 2 (sp₃-hybridization of the carbon configuration) yielding four-valued bonds, e.g. O = C = O (CO₂: carbon-dioxide). With regard to bonds between carbon atoms there are 3 possibilities forming preferably chains: **C – C** (single bond), **C = C** (double bond), and **C ≡ C** (threefold bond). The role of these 3 binding types in molecular chains based on carbons is essential in molecular biology, yielding the bases of the composition of very complex molecules. Single bonds occur e.g. in saturated lipids, whereas double and threefold bonds are a characteristic feature of unsaturated lipids having an important role in membrane functions, and, above all, in dendrites of nervous cells in brain by forming long-range carbon chains.

The role of exchange interactions will be made feasible by some examples: Fig. 1 shows the H-bonds between water molecules in the fluid state occurring by the negative oxygen **O²⁻** (reaching noble gas configuration), and can also attract a proton of a neighboring water molecule by simultaneous reducing the binding strength of an already existing **O-H bond**. By that, H₂O is formed again, but the released proton performs the same procedure by binding to the next reachable oxygen. Though the whole procedure represents an interplay of covalent- and ionic binding via exchange of protons and electrons from molecule to molecule. This interplay between water molecules in fluid state leads to essential mechanisms of the energy transfer in cells. Since water is an important constituent in cells in order to effectuate the dissociation of electrolytes necessary for the signal transport in nervous systems.

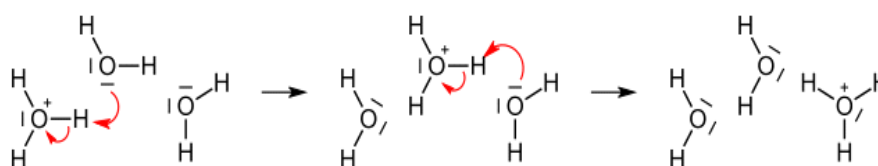


Fig. 1. Model of a H-bond chain in fluid water. The overall process resembles a wave propagation

A more complex mechanism of H-bonds plays a decisive role in many biological functions, and I only regard the double helix of DNA. Fig. 2 shows an example, where the protons swing with the help of the quantum mechanical tunneling effect between bases of nucleic acids, and the related electrons move in the same direction to change correspondingly the conformations of the bases.

The potential for the tunneling protons is presented in Fig. 3. We have also to verify a rather complex interplay, since the coupling of the base pairs along the helix induced by the long-range 3d electrons of the phosphoric acids makes the overall process rather nonlocal and happens within the complete DNA strands. However, this is not the only teamwork, because the protons magnetically interact with neighboring protons of the H-bonds due to spin-spin coupling and their electric currents inducing also a rather weak magnetic field. The protons forming the H-bonds of DNA carry out two kinds of interaction with the geomagnetic field, namely via electric charge (Lorentz force) and via spin. By the superposition of the different and coupled resonance frequencies resulting from the H-bonds *between adenine - thymine*, and *guanine - cytosine* so-called '**beat-frequencies**' along the DNA-chain will be produced [49]. These beat-frequencies represent the base of the chronobiological behavior of DNA, which exhibits wave-like properties, e.g. standing waves.

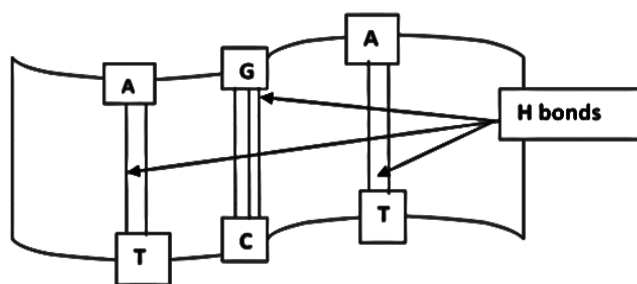


Fig. 2. Model of a DNA-chain with the H-bonds between the related base pairs A - T and G - C. The H-bonds are responsible of the conformations by keto - enol - tautomerism

Fig. 3 exhibits the essential importance of the quantum mechanical methods in order to comprise the mechanisms in molecular biology. Due to the asymmetry of the electronic configurations of the base pairs A - T and G - C, the model 1 only represents an approach and model 2 is certainly more adequate for the description of the proton motion between the base pairs.

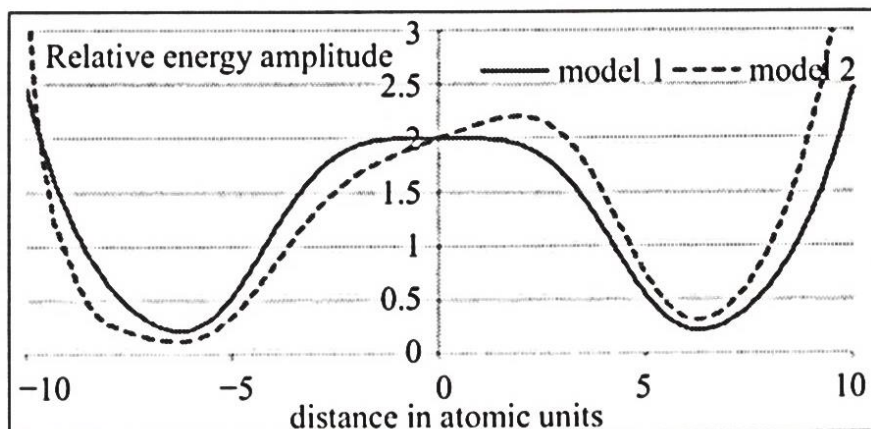


Fig. 3. Double minimum potential between the pairs A - T. Model 2: Dashed line with left-side minimum → keto-tautomer of A; at right side minimum → enol - tautomer of T. Model 1: Symmetric approximation between the base pair A - T

3.2 SOME INFORMATION-THEORETICAL ASPECTS OF THE PAULI PRINCIPLE (PP) IN QM

At the years between 1927 and 1930, a very intensive discussion started about the physical interpretation of QM, which is obviously not yet finished; the book of Heisenberg [21] gives detailed information on this stage, we particularly mention Heisenberg's discussions with N. Bohr, W. Pauli, A. Einstein, C. F. von Weizsäcker, and E. Schrödinger. A main part of these discussions dedicated to the measurement process in QM. According to Bohr we have to consider classical measurement apparats, which are only able to detect either processes of an entity of micro-particles in space-time or in the momentum-energetic level. This is in contrast to classical physics, where simultaneous measurements of space-time and momentum-energy are basically possible. Bohr denoted the natural philosophical conception of measurement processes in QM as complementarity; a rather familiar version of the complementarity is Heisenberg's uncertainty relation between position and momentum of a microparticle. A direct consequence of the Bohr's interpretation is the collapse of the wave-function due to a measurement. The meaning of this 'metaphor' is the following: Before the measurement the complete state of a quantum entity is given by a superposition of different states according to eq. (4); after measurement, *only* a specific state exists by reduction of the quantum states to one state with the probability P_k yielding the collapse of the original wave-function according to eq. (4a):

$$\psi(x,t) = \sum_{j=0}^{\infty} c_j \cdot \psi_j(x,t). \quad (4)$$

$$P_k = |\psi_k|^2. \quad (4a)$$

It must be pointed out that the collapse of wave-functions has been debated by physicists for a long time. Bohr's interpretation of the wave-function is not the only one, since arguments like a measurement process is always connected to interactions, which changes the original state, has been born by physicists, who (did not) do not accept Bohr's view. In Heisenberg's terminology the general wave-function represents a possibility, and the state reduction provides the fact (actual reality). With regard to the existence of consciousness the collapse of wave-functions according to eqs. (4) and (4a) has been accounted for [31, 36]. In particular, Penrose [36] connected these quantum states with entanglements, which imply the contradiction to combine the local collapse of the wave-function with an extremely nonlocal behavior. Therefore, the difficulty arose, in which way the collapse of wave-functions can provide insights in the appearance of consciousness, which Chalmers [7] denoted the '*hard problem of consciousness*'.

The detailed studies referring to the logic structure of QM in comparison to classical physics revealed that due to the dualism '*particle – wave*' there is no possibility for a statement such as '*true*' or '*false*', since the interference between '*true and false*' prevents this fixation, necessary in classical logics. However, if we account for the indistinguishability of micro-particles of identical kind leading to exchange contributions for interacting micro-particles due to the PP, it appears to be possible to gain some noteworthy features. For this purpose, we have stated some important examples with potential importance in biochemistry and molecular biology. A rather interesting example leading to an entangled structure and having even importance in molecular biology and chronobiology is obtained by Fig. 2 referring to a model of a DNA description. This model can be founded by coupled electromagnetic resonators subjected to quantization [48, 49]. It implies an entangled structure due to the interplays of protons (H-bonds) and electrons creating permanently keto – enol – tautomerism. Einstein and coworkers very early have performed studies with regard to long-range scatter interactions between electrons and received the result that there exists a long-range correlation in the behavior of these particles. This study was the first one leading to entanglement in QM and is usually referred to as EPR-paradox, since Einstein intension was to show that due to the nonlocal character of QM this theory cannot be valid for the description of nature, since the causality in physics can be violated [52]. However, in connection with the **PP** the nonlocal property of QM is ensured. In the meantime, entangled states have found growing interest even in novel technical research in order to design the so-called '*quantum computer*' [3, 5, 16, 23, 52]. Until the present stage we have given some aspects, in which way the **PP** has to be accounted for in the formalism of QM, and what are the consequences of interacting many-particle problems (electrons) with spin-1/2. An essential question is the range of applicability of the **PP**. If we assume that all interactions of electrons are mediated by the *instantaneous* Coulomb forces, then it is rather difficult to determine a limit range resulting from the interaction potential, which decreases proportional to the reciprocal distance $1/r$, and for long distances an extremely weak influence should even be present. Such a behavior would imply that entangled states are still present at extremely long distances. However, such 'entangled states' are difficult for measurements. Therefore, we have to account for that Coulomb forces are only valid for those distances, where their approximation within the relativity theory holds, because Coulomb interactions really are incorporated by photons, and the velocity of light determines the limitation of the validity of the simultaneity. In relationship to this problem the question may arise, in which manner one electron gets the knowledge with regard to its behavior in order to fulfil the exclusion principle by exchanging information with electrons belonging also to the 'system', i.e. each electron has to know what is permitted (unoccupied: '*yes*') and what is forbidden (occupied: '*no*') and act correspondingly. This situation may provide some reasons for speculations:

One possible view might be to say that this behavior is an impressed feature of the nature, and it is the task of physics to describe this feature correctly. A second possible view being a little bit speculative might be that micro-particles like electrons exchange information about the quantum states with the help of a '*weak form of a memory*' of each electron, which is requested to obey the exclusion principle at least in a microscopic system. Since this exchange of information is closely connected to relativity theory, which requires some restrictions due to the velocity of light, the picture of the information exchange related to *memory properties of particles (electrons)* appears to be in agreement with the Pauli principle. It is evident that both view-points bear some truth, but in spite of possible speculations, Pauli's exclusion principle provides in contrast to the logic structure of QM a '*yes*' or '*no*' statement with regard to complex microscopic systems consisting of numerous electrons in order to provide information of either '*occupied*' or '*unoccupied*' of quantum states.

4 GENERAL CONCLUSIONS

The rather extensive discourse about QM inclusive PP was guided by the purpose to develop an acceptable base to provide an access to the *hard problem of matter* and to the *hard problem of consciousness*. It appears to be insufficient to mention the collapse of wave-functions as an explanation, in which way the mind may be able to attain the brain. At first, we shall return to Kant's philosophy, since Kant could not possess knowledges about physics of the 20th century. In Heisenberg's book [21] the discussions on Kant's assessment 'a priori' has been subjected to a profound analysis, since the assessment result from the role of perceptions assumed to be valid in the 18th; i.e. they are based on the scientific knowledges of that century, which are essentially related to Newtonian physics. The measurement process applied to micro-particles in QM has reached a significant higher level in abstraction compared to the world we can perceive by our senses. Thus, colors are the product of the brain. In physics, we have to deal with electromagnetic waves (photons). If the certain frequencies associated with visible light are reflected and scattered by a certain material (e.g. a yellow pullover), our perception in the brain tells us that the color of the object 'pullover' is yellow. If these waves pass through vacuum without scatter or reflection of photons, then we are not able to verify a specific color. Furthermore, the frequency spectrum producing colors is only a small part of all photon frequencies. Similar conclusions are valid with regard to sound waves, which are referred to as phonons, if sound waves are quantized. It is again the brain, which makes pressure oscillations in the air to 'note'. Thus, various processes occurring under microscopic conditions cannot be perceived by our senses (the lists might be continued). Similar problems emerge with regard to space-time, of which the metric (general relativity theory) is determined by the mass distribution of the universe. The Euclidean geometry, as Kant assumed, is not *a priori* valid, although very practicable to solve problems in our daily routine on the globe. With regard to Kant's famous criticism of the pure rationality we summarize that Kant's axioms of perceptions have to be subjected to various extensions and modifications in order to be in coincidence with the results of modern physics. On the other side, Kant was right to suspect that all kinds of human perceptions cannot provide information on the 'thing in itself'. By that, the '*hard problem*' of matter still exists.

The present research in neuroscience, above all, the elucidation of the complex brain functions, appears to be continuously in flow, and the present state of art indicates that the research is far away from being closed or understood [6, 9, 10, 31 - 33, 36 - 38, 42, 45, 53]. This fact emphasizes the problem to simulate the complex brain function by neuronal networks with the help of elaborated technical means provided by informatics (artificial intelligence) and computer science. Although there exists a desirous interest to obtain useful applications and commercial benefits, these simulations remain to be in the dark due to still scarce (insufficient) basic knowledges delivered by brain research. The question arises, what is the progress in neuroscience, which renders the field of philosophical and psychological aspects. Thus, it is known that various neurological processes correlated with long- and short-term memory, emergence of feelings, visual and acoustical perceptions, decisions to perform actions or operations can be reduced to specific brain functions. This listing is certainly not complete, but it also includes the sensory motor-cortex and the important functions of the cerebellum. However, neuroscience cannot provide the reason on the creation of specific feelings, e.g. why a piece of music evokes pleasant feelings, which may be related to positive mood, whereas by other kinds of music mournful feelings are evoked.

Therefore, we summarize: On the one side, we have to take account of all aspects belonging to the field of matter either according to knowledges of classical physics or according to insights of modern physics (elementary particles and the laws of symmetries describing their behavior) can be classified as the '*hard problem of matter*'. On the other side, we have expounded the essential insights of brain function being coupled to very complex molecular processes studied in neurobiology and the existence of mind, feelings, etc., which are closely connected to these functions. Since we are the persons as human beings, who are able to think and able to create intellectual and artistical objects, all these aspects can be comprised by the existence of *consciousness*. Since all these processes are connected to brain functions, realized by complex structures and lastly formed by complex molecules, we can speak in agreement with references [28 - 30, 40, 41] of the '*hard problem of consciousness*'. There have been put forward many attempts to explain the appearance of consciousness. Thus, by the useful discovery of EEG, many brain functions could be observed by this technique, consisting of some specific wave-signals, and interesting studies [6, 9, 31 - 33, 53] have been dedicated to the *mind - body problem*. Koch and Crick [9] identified the γ -waves with 40 Hz with consciousness. Yet this identification only provides a certain brain function (besides various other functions), but we are not able to attribute 'consciousness' to electromagnetic waves, and the '*hard problem of consciousness*' cannot find the resolution by this proposition.

However, the '*hard problem of consciousness*' is not only a principal item of actual research in neuroscience and natural philosophy, since scientists and philosophers like Hume, Leibnitz, Schelling, and Russell dedicated interesting conceptions to this item. In particular, Russell's considerations pursue the aim to receive a synthesis of the both hard problems (matter and

consciousness) based on insights of modern science. The intentions of Russell's propositions are enhancements of Kant's '*thing in itself*'. Russell's conception is the so-called '*two-aspects-monism*'. The one aspect refers to matter governed by the law of physics, whereas the second aspect lies beyond physical experience. In an illustrative picture we could describe Russell's conception by one object, which provides a different image depending on the perspective. Russell's approach seems to be in congruence with studies [28 – 30, 40, 41], and, we particularly refer to advisements in [28], which gave a motivation of the present study. According to the chain of thoughts discussed by the mentioned author, the principles of physics with regard to matter are restricted to their behavior. Though in classical physics Newton's law describe the mutual attraction of earth-moon or earth-sun by the gravitation. In modern physics governed by elementary particles the attraction of electrons with nuclei and the motion of electrons in atoms or molecules are described by the laws of electrodynamics and quantum mechanics. By that, we may summarize all detailed advisements of Mørch, that physics principally describe the relations between physical objects, which, in the microscopic domain, are electrons and nuclei (protons and neutrons). This implies that physical descriptions only show, what the particles carry out according to physical laws, but not what the particles are in themselves, and physics represents the *software* related to the processes occurring in nature, but not the hardware, which is associated with the '*hard problem of matter*'.

This fact resembles Kant's '*thing in itself*', and the considerations in [28] with regard to matter seem to be particularly influenced by Kant. However, already this view of physics requires some correction. It is a fundamental result of relativity theory and confirmed by numerous experiments that every kind of matter corresponds to a manifestation of the energy, and the famous Einstein formula $E = m \cdot c^2$ expresses this connection. It is interesting that the neurobiologist Roth [37] pointed out that the notion 'matter' has received a drastic transformation by modern physics, which results from the reason, that 'matter' is not a given magnitude and can be changed to appear in quite different states, e.g. the creation of γ -quanta via electron-positron interaction, which implies the annihilation of both particles. According to Mørch's reasoning the intrinsic properties of particles, equipped with matter, are not described by methods of physics. Therefore, in [28 – 30] it has been made use of the freedom to attribute elementary particles with some kind of consciousness. By that, the intrinsic properties of matter are characterized by two aspects, namely in which way they behave, when they get into contact with other particles (this is the domain of physics), and electrons as well as protons and neutrons at least know to which category they have to belong according to their 'consciousness'. This thesis is an interesting speculation and would be capable to solve the both hard problems in an elegant way. In spite of this interesting speculation there arise many unanswered questions:

It is ensured that animals are also equipped with consciousness, and it appears that the level of this consciousness increases with the evolution level. It is rather unclear, which kind (or level) of consciousness lifeless matter should possess. It is extremely unclear, why only electrons and perhaps protons and neutrons should be equipped with consciousness, since by sufficiently high collision energies these particles can be annihilated and further particles are created, having often lifetimes less than 10^{-16} sec before they have to undergo decay, and some high energy γ -quants may be the final result. In experimental high energy physics due to their electric charges, only protons and electrons can be accelerated to reach energies/velocities near the velocity of light. Thus, by the proton – proton or electron – proton collisions the symmetry principles of the created new particles are rather known, although further insights might still be discovered, e.g. the Higgs boson some years ago. The quarks, which represent the charge-coupled devices of hadrons (proton, neutrons, resonances induced by the excitation energies), belong to the symmetry group SU_3 in the charge space. In connection with the considerations and speculations of Mørch we mention, that these fundamental particles with spin-1/2 remain '*intact*', whereas the resonances may appear and disappear within extremely short time intervals. Free quarks cannot be knocked out via transfer of very high energy, since the binding forces (gluons) increase with increasing transfer energy. By that, it would be better to attribute the quarks besides the electrons to a certain kind of consciousness.

Kant's view of matter, which is mainly adopted in [28], should be compared with the insights of relativity theory and non-equilibrium thermodynamics. The supreme principle in physics is conservation of the energy, and matter seems only to be a specific manifestation of the energy. Due to the fundamental role of the energy, some further aspects go also beyond Kant's view of physics. What happens with the energies of the γ -quanta? These energies are downgraded by repeated scatter processes in order to yield finally only thermal energy by warming the medium and leading to a maximum of the entropy. In living systems, it is necessary to maintain a nonequilibrium of the energy distribution in order to enable fundamental processes such as self-organization, cellular renewal processes, and biorhythms. Since information theory revealed the connection between information and entropy on the one side, and energy distribution and entropy on the other side, it is basically the energy, which is responsible for the exchange of information in living systems. The so-called '*thermal equilibrium*' of a closed, very large system with the maximum of the entropy is usually denoted by 'heat-death' of a system, and we should point out that the relationships between the four fundamental properties

matter – energy → entropy → information

could not be foreseen by Kant, when he developed his philosophical construct of ideas. With regard to the complexity of living systems, above all, the organization of the brain, we are able to verify that the increasing complexity involves a hierarchy of necessary information processes governed by the PP, which is responsible for the information and energy exchange between the complex structures. However, this is not the philosophical starting-point. But there exists a parallelism of the physical view with respect to increasing information exchange and the increasing level of ‘thinking’ in the philosophical view. Mørch concluded in her papers that the so-called ‘*combination principle*’ of the two-aspect monism is the only one with an attractive speculation, i.e. the level of consciousness goes parallel to the increasing of biological structure, in particular, to the human brain. This conclusion should be compared to Schelling’s natural philosophy, since Schelling arrived at the same results in panpsychism, and he has already forestalled the principle of self-organization of living matter. A principal difference to Mørch is, that protons, electrons, etc. were completely unknown at the beginning of the 19th century.

The connection to the two-aspect monism by additional accounting for the combination principle shall finally be the comparison to the present results based on QM and, in particular, on the Pauli principle which can readily be extended by the enslavement principle in complex systems developed by Haken [19]. The dualistic behavior of electrons (and other micro-particles) with either wave-like or particle-like properties are their intrinsic features, which appear to be confusing by the macroscopic view of a human observer. Bohr’s philosophical complementarity holds, since measurement processes occur at the macroscopic level. The Compton wavelength λ_c of the wave-like electron is given by:

$$\lambda_c = h / (mc) = 2.426 \cdot 10^{-14} \text{ cm} \quad (5)$$

whereas with respect to its diameter d_e (extension of the point-particle electron) only the inequality $d_e < 10^{-16} \text{ cm}$ is ensured (h is related to Planck’s constant, m to the electron mass of, and c to the velocity of light). Therefore, it is mainly our human view to differ between wave and particle, whereby even in classical physics the particle is stylized up to a ‘mass-point’ bearing a macroscopic mass! The philosophical aspects of this dualism were pointed out in discussions between Bohr and Heisenberg [21]. Based on QM in connection with Pauli’s exclusion principle it seems to be possible to see an access to the fundamental problem. The long-range exchange interaction between scattered electrons guided Einstein to the assumption of hidden parameters in the QM (EPR-paradox), since he could not accept the nonlocal character of QM, which may violate the causality principle, and he could not accept the probability in QM. A sloppy formulation is referred to as ‘Einstein spook’ [52], and the EPR-paradox is, in fact, the first entangled state observed in QM. However, this long-range (nonlocal) interaction yields an exchange of information between the states of the electrons, and the PP forbids the simultaneous existence of one state occupied by more than one electron. In the meantime, entangled systems have emerged an attractive interest, since not at last their possibilities are enormous with regard to the development of quantum computers, which might be an advanced tool of designing neurological processes [3, 5, 16, 23, 52]. We have already pointed out the phase transitions in superconductivity, realized by Cooper pairs. These ‘quasi-particles’ show entangled properties due to the PP. They are connected to long-range exchange interactions between electrons with different spin mediated by phonons and leading to lowering of the energy (energy gap), and even long-range tunneling processes through insulators could be confirmed (Josephson effects – Josephson received 1973 the Noble Prize in Physics for the discovery).

The cooperative long-range behavior between electrons and protons will be discussed by two examples, namely DNA and the role of unsaturated lipids in membranes of dendrites. DNA represents a very complex entangled system, since the couplings enfold the whole DNA. At first, we regard separately according to Fig. 2 the base pairs A – T and G – C, connected by H-bonds. The motion of protons is coupled to electron motions leading to tautomeric conformations. The electrons of each base pair have to fulfil the PP by molecular orbitals (MOs) as quantum states with distinct energy levels, and, together with the protons, the electrons of the uppermost MOs/energy levels are involved by exchange of information between the tautomeric conformations of the base pairs. Therefore, these electrons exhibit the uppermost position in the hierarchy of quantum information by instructing all electrons of the subordinated hierarchy with regard to their functions in creating entangled states by the base pairs mediated via H-bonds. We now regard the complete DNA consisting of numerous sub-entangled constituents, which create a new hierarchy of entanglement, and the uppermost state of the hierarchy is characterized by a maximum of quantum information combined with the ability to instruct the behavior of all subordinated entangled states. Thus, due to the PP the complex DNA stores an enormous magnitude of information, which is created by numerous ‘yes’ or ‘no’ decisions. If the DNA double helix interacts with surrounding proteins, RNA-molecules, electrolytes, and unsaturated fats, and other biomolecules, which may also be characterized by long-range states, then the whole complexity reaches an extended super-molecular state of entanglements, and the Pauli principle governs all allowed and forbidden processes by forming a memory structure. The resulting hierarchy of this complex system can be identified again by the enslavement principle of Haken [19].

A similar situation is received by nervous cells (in particular, human nervous cells in the cortex) and their dendrites, which are characterized by long-range activities and connect neighboring brain areas by synapses. The enormous 'yes' or 'no' possibilities of the electronic states due to the PP reach a high level of complexity of possible information in a system controlled by its order parameters. The membranes of the dendrites consisting of double layers, mainly formed by unsaturated lipids and proteins, imply in similar fashion, as already discussed, a hierarchic system of molecular chains, which exhibit a huge amount of possible quantum information and memory. The unsaturated lipids satisfy a further function, since they are able to transport electric signals induced by concentration gradients of electrolytes (saturated lipids are insulators and would be not suitable for these functions). Now we are finally able to summarize the investigations on the physical foundation of brain functions, the role of QM and PP in order to consider a juxtaposition with the philosophical conclusions.

1. Based on the physical background of the PP, we could verify the enormous magnitude of quantum information inclusive the corresponding memory and decision processes, since this principle connects different quantum states and controls all possible interactions even for long distances. The complexity of such a system is significantly increased by the introduction of additional coupling processes mediated by the synapses at the dendrites. We have also to be aware of the role of the enslavement principle [19], according to which the whole complex system resulting from coupling interactions between the subsystems and described by order parameters governs (or determines) the behavior of these subsystems; in other words: These complex and sub-entangled systems are able to create super-structures, since a composed system with exchanging information incorporates a higher level of order than the components. Therefore, we point out that a network of interacting quantum states, connected to subsystems, is governed by the Pauli principle, which enables to evaluate the receiving signals and information from our perception in order to serve the memory system by numerous sequences of decisions of allowed or forbidden possibilities. Which conclusions are possible by considering these results? Every microscopic system with more than one electron has to fulfill this principle due to the fundamental result of relativistic QM, according to which all spin-1/2 particles have to obey it [34]. The range of its validity with regard to complex structures is given by the relativity theory and nonlocal properties of QM, which determine the limitations of the principle of synchrony having particular importance for long-range entangled systems and probably violating the causality law.
2. The PP and exchange interaction between electrons of small molecules (e. g. H_2) do not provide comprehensive information on a fundamental memory property, since there are only a few 'yes' or 'no' possibilities. With increasing complexity of molecules (in particular chain molecules) the possible 'yes' or 'no' decisions increase correspondingly in order to create a memory system for the storage of quantum information, which becomes useful for decisions and comparisons of alternatives. The increasing complexity of molecular structures immediately leads to a hierarchy of decision instances as expressed by the enslavement principle [19]. From a pure physical aspect with regard to exchange of information and transfer processes with lowering the energy or with the formation of entangled systems, it is the Pauli principle, which makes such a complex system *'thinking'*.
3. It seems justified to consider this principle from a philosophical view and point out its role in realizing a *'thinking system'*. By passing to very complex molecular systems given in nervous cells and their contact interactions with neighboring cells via synapses, the Pauli principle assumes the function of a control system, which decides all allowed or forbidden processes based on the enslavement properties. This 'thinking system' can be characterized by some essential features with relevance in panpsychism, for instance the memory and storage of information, comparison of different kinds of information merging the human brain with other organs or resulting from our personal perception.
4. The physical aspects developed by the preceding 3 points deserve to be compared with the central assumption in [28], namely the combination principle in two-aspect monism of panpsychism, where the level of consciousness goes parallel to the increasing of complex biological structure, in particular, to the human brain. Therefore, small molecules can only exhibit rather an extremely small fractional amount of 'consciousness', and by passing exclusively to complex systems of higher order, it may play the decisive role. Therefore, both starting-points, the physical and the philosophical, exhibit the common feature that only very complex systems consisting of numerous atoms or electrons provide an access to fundamental problems of psychology such as recognition of structures, perception, and the motivation for some specific decisions. However, some essential aspects of consciousness (e.g. feelings, joy, positive or negative mood, etc.) appear to be too difficult to be founded by the physical principles, quantum mechanics and Pauli's exclusion principle, developed in this study.

According to the insights of this study the present author provided a support by arguments in favor of panpsychism, although the present stage of knowledge only permits the plausibility of these arguments, since we have only partially been able to comprise all aspects of consciousness. The plausibility cannot be considered as a rigorous proof of the validity of such speculations. If brain research will provide further insights in the processes, which organize the nervous functions and the

information exchange between different brain areas, it may be possible to analyze long-range interactions, entangled systems and enslavement principle by a more profound level; it appears that the Pauli principle is able to provide significant contributions.

REFERENCES

- [1] Basfeld, M., "Goethe und die Naturwissenschaften", *Spektrum der Wissenschaft* 4. 122-124. April 1994.
- [2] Beaty, R.E., "The neuroscience of musical improvisation", *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 51, 108 – 117. 2015.
- [3] Bengtsson, I. and Zyczkowski, K, *Geometry of quantum states – an introduction to quantum entanglement*, Cambridge University Press, Cambridge, ISBN 0-521-81451-0. 2006.
- [4] Blood, A.J. and Zatorre, R.J., "Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward motions", *PNAS* 98, 11818 – 11823. 2001.
- [5] Bub, J, *Quantum Entanglement and Information*. In: *Stanford Encyclopedia in Philosophy*, Editor: Zalta, E. 2010.
- [6] Bunge, M, *The Mind-Body Problem*, Pergamon Press, Oxford. 1980.
- [7] Chalmers, D.J, *The Conscious Mind – In Search of a Fundamental Theory*, Oxford University Press, Oxford, New York. 1996.
- [8] Cornelissen, G., Watson, D., Mitsutake, G., Fiser, B., Siegelova, J., Dusek, J., Vohlidalova, J., Svacinova, H. and Halberg, F, "Mapping of Circaseptan and Circadian Changes in Mood", *Scripta Medica (Brno)* 78 (2), 89 – 98. 2005.
- [9] Crick, F. and Koch, C, "A framework for consciousness" *Nature Neuroscience* 6, 119 – 126. 2003.
- [10] J. C. Eccles: *The Physiology of Synapses*. Springer, Berlin (1964).
- [11] Eccles, J.C and Popper, K, *The Self and its Brain*, Springer, Berlin. 1977.
- [12] Eccles, J.C, *The Human Mystery - The Gifford Lectures 1977–78*, Berlin, Springer. 1979.
- [13] Feynman, R.P, *Photon-Hadron Interaction*, CRC Press, Taylor & Francis. 1972.
- [14] Feynman, R.P, *Quantum Electrodynamics*, W.A. Benjamin, New York. 1962.
- [15] Gidon, A., Zolnik, T.A., Fidzinski, P., Bolduan, F., Papoutsis, A., Poirazi, P., Holtkamp, M., I. Vida, I. and Larkum, M.E, "Dendritic action potentials and computation in human layer 2/3 cortical neurons", *Science* 3, 367, 6473, 83-87. 2020. DOI: 10.1126/science, aax. 6239.
- [16] Gramich, J., A. Baumgartner, A. and Schönenberger, C, "Resonant and Inelastic Andreev Tunneling Observed on a Carbon Nanotube Quantum Dot", *Phys. Rev. Letters* 115, 216801. 2015.
- [17] Griffith, D.J, *Introduction to Quantum Mechanics*. Prentice Hall, ISBN 0-13-111892-7. 2004.
- [18] Haken, H. and Wolf, H.C, *The Physics of Atoms and Quanta*. Springer. 1980.
- [19] Haken H, *Information and Self-Organization; a macroscopic Approach to Complex Systems*, Springer Series in Synergetic. 1988.
- [20] Heide, M., Haffner, C., Murayama, A., Kurotaki, Y., Shinohara, H., Okano, H., Sasaki, E. and Huttner, W.B, "Human-specific ARHGAP11B increases size and folding of primate neocortex in the fetal marmoset", *Science* 31, 367, 6473, 83 – 87. 2020. DOI: 10.1126/Science, abb. 2401.
- [21] Heisenberg, W, *Physics and Beyond - Encounters and Conversations* (in German: *Der Teil und das Ganze*), Ruth Nanda Nanshen, Editor. 1972.
- [22] R. Hermann, R, *Die Bedeutung der Bibel in Goethes Briefe an Zelter*, Berlin. 1948.
- [23] Horodecki, R., Horodecki, P., Horodecki, M. and Horodecki, K, *Quantum Entanglement*, *Reviews of Modern Physics*, 81, 865–942, 2009.
- [24] Kanton, S., Boyle, M.J., He, Z., Santel, M., Weigert, A., Sanchis-Calleja, F., Guizarro, P., Sidow, L., Fleck, J.S., Han, D., Qian, Z., Heide, H., Huttner, W.B., Khativich, S., Pääbo, P., Treutlein, B. and Camp, J.G, "Organoid single-cell genomic atlas uncovers human-specific features of brain development", *Nature*, Doi: 10.1038/s41586-019-1654-9. Epub. Oct. 16. 2019.
- [25] Kittel, C, *Introduction to Solid State Physics*, 8th Ed, John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-0-471-41526-8. 2005.
- [26] Koelsch, S, *Brain and Music* Oxford, Wiley-Blackwell. 2012.
- [27] Koelsch, S. and Skouras, S, "Functional centrality of amygdala, striatum and hypothalamus in a 'small-world' network underlying joy: An fMRI study with music", *Human Brain Mapping* 35, 3485 – 3498, 2014.
- [28] Mørch, H.H, "Is Matter Conscious? Why the central Problem in Neuroscience is mirrored in Physics", *Nautilus*, 6. April 2017.
- [29] Mørch H.H, "Is Consciousness Intrinsic? A Problem for the Integrated Information theory", *Journal of Consciousness Studies* 26, 133-162. 2019. - ingentaconnect.com.
- [30] Mørch, H.H, *Panpsychism and Causation: A New Argument and a Solution to the Combination Problem*, Doctoral Dissertation, Department of Philosophy, Classics, History of Art and Ideas, University of Oslo, Oslo. 2014.
- [31] Okon, E. and Sebastian, M.A, "A consciousness-based quantum objective collapse model", *Synthese*, Springer. 2018.
- [32] Owen, M, "Exploring Common Ground between Integrated Information Theory and Aristotelian Metaphysics", *Journal of Consciousness Studies*. 2019. – Ingentaconnect.

- [33] Panksepp, J, *Affective Neuroscience - The Foundation of Human and Animal Emotions*, Oxford University Press, Oxford, New York. 1998.
- [34] Pauli, W, "The connection between spin and statistics", *Phys. Rev.* 58, 15, 716 – 731. 1940.
- [35] Pauling, L. and Wilson Jr, B, *Introduction to Quantum Mechanics with Applications to Chemistry*, Dover Books on Physics. 1985.
- [36] Penrose, R, *The Emperor's New Mind: Concerning Computers, Minds and The Laws of Physics*, Oxford University Press. 1989.
- [37] Roth, G. and Strüber, N, *Wie das Gehirn die Seele macht* Klett-Cotta. 2017.
- [38] Roth, G., *The long Evolution of Brains and Minds*. Springer, Heidelberg. 2012.
- [39] Sachs, M., Kaplan, J., Der Sarkissian, A. and Habibi, A., "Increased engagement of the cognitive control network associated with music training in children during an fMRI Stroop task", *PLoS ONE*, 12, e0187254. 2017.
DOI: 10.1371/journal.pone.0187254.
- [40] Seager, W, *Panpsychist Infusion*. In *Panpsychism: Contemporary Readings*, eds. G. Brüntrup and L. Jaskolla, Oxford University Press. 2016.
- [41] W. Seager, W, *The Routledge Handbook of Panpsychism*, 1st Edition, New York. 2019.
<https://doi.org/10.4324/9781315717708>.
- [42] Shepherd, G.M, *Foundation of the Neuron Doctrine*, Oxford University Press, Oxford. 1991.
- [43] Shinagawa, M., Otsuka, K., Murakami, S., Kubo, Y., Cornelissen, G., Matsubayashi, K., Yano, S., Mitsutake, G., Ichiro Yasaka, K. and Halberg, F, "Seven-day (24-h) ambulatory blood pressure monitoring, self-reported depression and quality of life scores", *Blood pressure monitoring* 7, 69 – 76. 2002.
- [44] Simmel, G, *Philosophie der Mode*. Kant und Goethe, Schopenhauer und Nietzsche, Frankfurt am Main. 1995.
- [45] Singer, T., Critchley, H.D. and Preuschoff, K, "A common role of insula in feeling, empathy and uncertainty", *Trends in Cognitive Sciences* 13, 334 – 340. 2009.
- [46] Ulmer, W. "Quantized De Sitter Space, the Connection to the Pauli Principle and an Application to Feynman's Relativistic Quark Theory II", *International Journal of Theoretical Physics*, 8, 3, pp.199-209, 1973.
- [47] Ulmer, W. and Hartmann, H, "On a geometric interpretation of Heisenberg's Uncertainty Relation and the Algebraic Structure of the Pauli Equation", *Nuovo Cimento* 47A, 59 -73. 1978.
- [48] Ulmer, W, "On the Representation of Atoms and Molecules as Self-interacting Field with Internal Structure". *Theoretica Chimica Acta* 55, 179 – 201. 1980.
- [49] W. Ulmer, W. and Cornelissen, G, "Coupled Electromagnetic Circuits and Their Connection to Quantum-Mechanical Resonance Interactions and Biorhythms", *Open Journal of Biophysics* 3, 253 – 274. 2013.
<http://dx.doi.org/10.4236/ojbiphy.2013.34031>.
- [50] "Nonlinear Schrödinger Equation in Charge Space", *Journal of Nuclear and Particle Physics* 9 (2), 59 – 68. 2019. DOI: 10.5923/j.jnpp.20190902.03.
- [51] Zamorano A.M., Cifre, I., Montoya, P., Riquelme, I. B. Kleber, B, "Insula-based networks in professional musicians: Evidence for increased functional connectivity during resting state fMRI", *Human Brain Mapping* 38, 4834 – 4849. 2017.
DOI: 10.1002/hbm.23682.
- [52] Zeilinger, A, *Einsteins Spuk – Teleportation und weitere Mysterien der Quantenphysik*, Goldmann, München. 2005.
- [53] Zilles, K., Palomero Gallagher N. and Amunts, K, "Development of Cortical Folding during Evolution and Ontogeny", *Trends in Cognitive Sciences* 36, 275 – 284. 2013.

Non-inferential Probabilistic Method for designing Typical Species of Northern Greece Oak Forest Natura 2000 Habitat Types

Frederic Bendali¹ and Michel Godron²

¹Eco-Consultatns S.A., Holargos, Greece

²University of Montpellier, France

Copyright © 2021 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: Conservation status of the Natura 2000 Habitat Types is assessed through parameters that include the presence or absence of Typical Species. The EEC and the Greek application guidance documents do not mention a clear definition of «Typical Species» and most of the Habitat Types' Typical Species lists published for the whole Greece have common species with others. Moreover, they can contain till 48 species without indication on which species is more typical than another for a Habitat type. Taking the example of oak forests habitat types, this paper exposes a method to find the Typical Species which are sufficiently linked with a Habitat Type to be exclusive. It also exposes the way to give ecological profiles for the Typical Species, and by that way to inform on habitat types ecology. This permitted to propose a list of maximum 8 ranked Typical Species for three Habitat Types and a new partial organization of the North Greece oak forest's Natura 2000 Habitat Types.

KEYWORDS: Frequency analysis, Cluster analysis, Ecological profiles, Habitat types, Typical species, North Greece Oak forests.

1 INTRODUCTION

In the frame of 92/43/EEC European Union Directive, habitat types, although described by 13 environmental criteria, biotic and abiotic, are in fact mainly defined in Greece by the presence of Typical Species, and their conservation status is assessed through "parameters" such as area, range, structure, function, future prospects, pressures and threats. In this frame, the assessment of habitat structure and function requires also to check the presence of Typical Species from a given list.

There is no clear definition of what a is "Typical Species" (TS) in the guidance for the 92/43/EEC Directive application [7] and the Greek Explanatory Implementation Manual for the Conservation Degree Assessment of Habitat Types (HT) [6]. According to these guides, TS may be not stable for the same HT along the sites in Europe or even in a country, and each HT is composed by vegetation units determined by ecological factor that may have not the same strength from a Site of Community Interest (SCI) to another. In this way, Habitat Types have variants depending on local conditions, and the 92/43/EEC Directive imposes this variability to be dealt with. But at least, we should rely on Typical Species that should be typical for a habitat type rather than another, that are defined in the phytosociological method [4] as "différentielles".

Unfortunately, most of the Habitat Types' TS lists published [12] for Greece have common species with others. There is no distinction among the TS between the "caractéristiques exclusives" [4], that should be absent in the most of relevés not belonging to the HT and the "transgressives" [4] that can be present in two HT.

Another problem comes since in these lists of TS, all the species are at the same level, there is no distinction between them in what species is more typical than another. We should rely on link measurements to decide which species are to consider first as typical. It is important because the lists given by [12] can contain till 48 typical species, and the longer is the TS's list, the lower is the information given by one TS [8]. This paper proposes a method to use the exact probabilities to find the species that live in each HT and are exclusive characteristics.

Also, a better knowledge of the factors that impulse the differences between habitat types and knowledge of the TS that are the most sensible to these factors should be useful [10]. In this way we should be able to indicate a few TS that are operational ecological indicators, firstly, of a Habitat Type, and secondly, of the ecological status of each habitat.

Taking the example of oak forests habitat types, this paper exposes a method to indicate the Typical Species which are sufficiently linked with a Habitat Type to be exclusive. It also exposes the way to give ecological profiles for the habitat types through the TS. This will

permit to quickly check the conservation status in each field plot, based on the presence or absence of few Species with increased knowledge on the relation between these species and habitats' environmental variables.

2 MATERIAL AND METHOD

On purpose of Special Environmental Studies of the Thessalian Natura 2000 sites, we used 3202 vegetation and environmental variables field samples (relevés) on surfaces from the previous evaluation campaign in North Greece (2014-2015) concerning 38 sites in Thrace, Macedonia and Thessaly (Access Database [12]). In these samples the presence of each Species is noted, and also its abundance, its vitality and in which vegetation strata it is the most abundant. Aside of the Habitat Type where was the relevé, the status of 16 environmental variables was also noted on the plots: Altitude, exposition, slope, topographic situation, granulometric soil type, geological substratum, surface cover of different size and types of elements (boulders, stones, gravels, fine soil, litter) and vegetation layers (trees, shrubs, herbs and mosses) Only process of Species' presence and on three variables is presented here: habitat type, geology and altitude.

2.1 PHYTOSOCIOLOGICAL PROCESSING METHOD BY FREQUENCY ANALYSIS

Phytosociology is based on the probability to find in the same relevé two or more given plant Species. Characteristic Species of a vegetation unit has tight link with at least one another species because theoretically, two species can constitute a vegetation unit. The difficulty left is to know the reason of this link. M. Godron [8], [9] in France calculated the probability for a species to be found with other Species which together characterize a habitat type in one or another phytosociological taxon. This method is not based on a statistic coefficient as Phi, that has been used to be a threshold for a species to be or not a Typical Species for a Habitat Type in phytosociological processing of the relevés in the Greek Natura 2000 network [6,14]. The process adopted by us is to calculate the exact probability of finding two Species together in a relevé, it is not inferential, it is called "Frequency Analysis" and is based on Fisher's exact probabilities.

The probability calculation is explained downwards.

Table 1. Combination number of presence and absence of two Species in the relevés

Frequencies		2d Species		
		Presence	Absence	Total
1 st Species	Presence	a	b	a+b
	Absence	c	d	c+d
	Total	a+c	b+d	n

Where: $n = a+b+c+d$

The probability (P) of the table is:

$$P = \frac{(a+b)!(c+d)!(a+c)!(b+d)!}{n!a!b!c!d!}$$

The information I quantity given by the probability of the table 1 is:

$$I = \log_2 \frac{1}{P}$$

The unit of Information I is named binon [8], [10] and since this information is given by a species on another species it is named Mutual Information (MI). This information is the value of the spatial links between the species and is far more practical to use than probabilities for distance visualization or mean calculations, as occurs further in this paper. The links between the species gives a dendrogram named "archipel" [10] for the clusters of Species linked by distances in MI each to one to another. An algorithm starts with the two Species that have the highest MI. The two first Species form a first vegetation unit that will be enlarged with a third Species that has the highest MI with one of the Species of the group and so on till a threshold MI. The algorithm is reinitiated with the rest of the Species that are not in the first group to form a second group and so on. The fidelity of Species to a phytosociological unit can be measured by this method.

One important advantage of the frequency analysis method is to be applied at site scale (with around 100 relevés) because it provides information with few relevés, as shown in Bendali & Nellas [2].

2.2 PHYTO-ECOLOGICAL PROCESSING METHOD BY FREQUENCY ANALYSIS

Our method seeks not only to give hierarchy in the typical character of a species in the HT but also to give ecological sense to this hierarchy. The ecological meaning of the abovementioned links between Species need coded variables of the environment and the frequencies of Species in the variable classes. This process is called phyto-ecological process [11], [10].

Table 2. Combination number of presences and absences of a Species and variable class in the relevés

Variable V		Presence of class V (i)	Presence of all other classes of V	Total
Species S	Presence	a	b	a+b
	Absence	c	d	c+d
	Total	a+c	b+d	n

The probability of this table is calculated with the same formula as in table 1. The calculation of MI (in binons) is also made for each class V (i) and repeated for all the classes of a variable. The result of these calculations gives the ecological profile for each Species or groups of Species on a variable (see the tables paragraph 2-3). We should apply this method for as many variable as necessary to verify the effect of the variables on the plant Species' repartition.

In this paper we used three variables: Habitat type, Geology and Altitude.

The calculations have been processed through ECHO database' software of the Montpellier's Institut de Botanique which uses Dyalog progiciel and can be provided mailing to migodron@wanadoo.fr.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 TYPICAL SPECIES AND HABITATS TYPES FROM THE 2014-2015'S EVALUATION CAMPAIGN

The following table gives the list of Typical Species (TS) given by the ecological profiles' method for each one on Habitat Type (HT) using the 3202 relevés of the 2014-2015's conservation status evaluation campaign. The number written aside the name of the species is the strength of the link between presences of the species and presence of the Habitat Type. This link is given in Mutual Information (MI) calculated in binons as explained in the 1.2 paragraph.

Table 3. Typical Species and Mutual Information (in binons) for some Habitat Types

91M0 Pannonian-Balkan turkey oak – sessile oak forests	91F0 Riparian mixed forests of <i>Quercus robur</i> and <i>Ulmus sp.</i> along the great rivers (<i>Ulmion minoris</i>)	9250 <i>Quercus trojana</i> forests	9280 <i>Quercus frainetto</i> woods	934A <i>Quercus coccifera</i> forests	9340 <i>Quercus ilex</i> and <i>Quercus rotundifolia</i> forests
<i>Quercus frainetto</i> 635 <i>Silene italica</i> 468 <i>Clinopodium vulgare</i> 430 <i>Carpinus orientalis</i> 381 <i>Lathyrus laxiflorus</i> 329 <i>Veronica chamaedrys</i> 316 <i>Brachypodium sylvaticum</i> 296 <i>Luzula forsteri</i> 291 <i>Fraxinus ornus</i> 253 <i>Potentilla micrantha</i> 236 <i>Cornus mas</i> 208 <i>Quercus petraea</i> 184 <i>Quercus pubescens</i> 178 <i>Sorbus torminalis</i> 146 <i>Viola alba</i> 103 <i>Poa nemoralis</i> 60 <i>Carex flacca</i> 52 <i>Acer monspessulanum</i> 31	<i>Quercus robur</i> 49 <i>Ulmus minor</i> 32 <i>Ulmus procera</i> 27 <i>Agrostis stolonifera</i> 20 <i>Periploca graeca</i> 17 <i>Rumex sanguineus</i> 14 <i>Galium aparine</i> , <i>Rubus ulmifolius</i> 13 <i>Calystegia sepium</i> 12 <i>Cornus sanguinea</i> , <i>Fraxinus angustifolia</i> 11 <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Ballota nigra</i> 10	<i>Quercus trojana</i> 225 <i>Carpinus orientalis</i> 140 <i>Juniperus oxycedrus</i> 100 <i>Asparagus acutifolus</i> 89 <i>Quercus pubescens</i> 40 <i>Acer monspessulanum</i> 35 <i>Fraxinus ornus</i> 21 <i>Clinopodium vulgare</i> 24 <i>Silene italica</i> 17	<i>Fagus sylvatica</i> 291 <i>Pteridium aquilinum</i> 178 <i>Poa nemoralis</i> 170 <i>Dactylis glomerata</i> 125 <i>Luzula forsteri</i> 118 <i>Potentilla micrantha</i> 104 <i>Sorbus torminalis</i> 23 <i>Fraxinus ornus</i> 21	<i>Hippocrepis emerus</i> 148 <i>Quercus coccifera</i> 127 <i>Cyclamen heder</i> 93 <i>Cardamine graeca</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> 92 <i>Clematis flammula</i> 87 <i>Rubia peregrina</i> 86 <i>Tamus communis</i> 78 <i>Pistacia terebenthus</i> 65 <i>Quercus pubescens</i> 48	<i>Quercus ilex</i> 294 <i>Arbutus unedo</i> 212 <i>Phillyrea latifolia</i> 202 <i>Erica arborea</i> 171 <i>Rubia peregrina</i> 131 <i>Smilax aspera</i> 94 <i>Fraxinus ornus</i> 79 <i>Cercis siliquastrum</i> 77 <i>Quercus pubescens</i> 38 <i>Quercus coccifera</i> 31

In table 3, the amounts of MI for each Species are high and they inform on the attribution of a relevé to a HT. We can have an idea of the link's strength, for example between the two last TS and the HT 91F0 (*Alnus glutinosa* and *Ballota nigra*). This link by a MI of 10 I means a probability of 1/1000 chances to be in the HT by hazard, and the link between *Agrostis stolonifera* and the same HT, which is 20, means 10^{-6} chances to be by hazard.

The table shows that the first Habitat's Typical Species corresponds to the dominant species for four HT but not for the 9280 ("Quercus frainetto woods") nor the 934A (*Quercus coccifera* forests). For the last one, *Quercus coccifera*, the dominant species is still in second place, with the highest MI in this HT but for the 9280, *Quercus frainetto* do not appear at all between the TS and the first TS is *Fagus sylvatica* (beech).

If the riparian mixed forests (91F0) have completely different TS from the other oak forests, the others Habitat Types have a lot of TS in common. For example, *Carpinus orientalis* is the second TS and the third for the 91M0. *Fraxinus ornus* is the 7th TS for the 9250 and for the 9340, the 8th for the 9280 and the 9th for the 91M0. *Quercus pubescens* is the 5th TS for the 9250, the 9th for the 9340 and also the 934A, and the 12th for the 91M0.

3.2 CLUSTER ANALYSIS OF THE RELEVÉS FROM THE 2014-2015'S EVALUATION CAMPAIGN

The results of the cluster analysis on the 3202 relevés gave three Phytosociological clusters (PC) that can be related with forest oaks among 91 clusters (near the half having only 2 species). The 8 first species for the strength of the link are presented here with indication of Mutual Information (MI) in parentheses between the species and a previous one.

PC1: *Luzula forsteri* - *Veronica chamaedrys* (511) - *Clinopodium vulgare* (446) - *Silene italica* (433) - *Potentilla micrantha* (432) - *Lathyrus laxiflorus* (365) - *Brachypodium sylvaticum* (328) - *Quercus frainetto* (309).

The 8 first species of this PC are characteristic species of the the Quercion frainetto alliance, as it is mentioned in the greek Technical guide to recognize the HT by their species composition, with reference to the phytosociological classification [5]. See also [1]. They are mentioned as the most common species of the Greek "thermophilous deciduous" forests in Bergmeier & Dimopoulos [3].

PC2: *Arbutus unedo* - *Erica arborea* (297) - *Quercus ilex* (201) - *Phillyrea latifolia* (196) - *Rubia peregrina* (170) - *Quercus coccifera* (158) - *Smilax aspera* (139) - *Cercis siliquastrum* (73).

We recognize easily in the 8 first species of this PC the 9340 HT's characteristic species and characteristic of the Quercion ilicis alliance in which this HT have been classified by the above guide [5,1].

PC3: *Carpinus orientalis* - *Fraxinus ornus* (240) - *Sorbus torminalis* (168) - *Quercus pubescens* 166) - *Cornus mas* (163) - *Quercus trojana* (119) - *Ostrya carpinifolia* (102) - *Acer monspessulanum* (67).

The 8 first species of this PC are characteristic species of the Ostrio-carpinion phytosociological alliance, as they have been mentioned in the upward guide [5,1].

The comparison between the above results of the phytosociological analysis by cluster of distance in MI and the results in the table 3 shows that the HT 91M0 (Pannono-Balcanic oak forests) contains at least two PC, the Quercion frainetto and the Ostrio-carpinion.

To understand why the above phytosociological treatment separated the oak forests in three groups and not in two or six according to the number of oak forest's HT, we should examine the ecological profiles on some environmental variables.

3.3 ECOLOGICAL PROFILES OF HABITAT TYPE'S TYPICAL SPECIES ON GEOLOGY AND ALTITUDE

Using the same method of frequency analysis to find the links between species (above paragraph), and between species and Habitat Types (paragraph 2-1), we present here ecological profiles of the PC's species on geology, as it has been noted in the 3202 relevés. (Ecological profiles have been calculated on 16 geological classes, but we presented on profiles's tables only the results for classes that have shown an average MI superior to 5 I or inferior to -5 I for the PC).

At the end of the tables a line gives the mean MI for each variable class and the cluster.

Table 4. Ecological profiles of the PC1 on geology

Geological class		Coastal deposits	Alluvions	Tertiary deposits	Gneiss and granite	Schist	Other siliceous	Limestone	Marble
Total frequency of the class		426	455	123	828	320	236	563	110
Name of the species	Total Specie's frequency	Mutual Information (in binons) between the species and the geological class							
<i>Luzula forsteri</i>	378	-81	-80	8	114	51	-4	-27	-20
<i>Veronica chamedrys</i>	613	-134	-131	23	101	67	5	-19	-33
<i>Clinopodium vulgare</i>	362	-77	-77	31	41	44	4	-11	-12
<i>Silene italica</i>	257	-54	-52	28	15	88	-1	-35	-8
<i>Potentilla micrantha</i>	380	-81	-87	-8	117	66	-4	-19	-20
<i>Lathyrus laxifolius</i>	253	-53	-52	8	51	48	3	-24	-13
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	711	-152	-5	30	13	27	9	-5	-23
<i>Quercus frainetto</i>	892	-191	-180	49	74	206	2	-51	-47
Mean MI of the cluster		-103	-83	21	66	75	2	-24	-22

These ecological profiles for geology show that the PC1, that represents the phytosociological alliance *Quercion frainetto*, has strong probabilities to be on gneiss, granite, schist and on tertiary deposits, and strong probabilities not to be on Coastal deposits, alluvions, limestone and marble.

Table 5. Ecological profiles of the PC2 on geology

Geological class		Coastal deposits	Alluvions	Tertiary deposits	Gneiss and granite	Schist	Other siliceous	Limestone	Marble
Total frequency of the class		426	455	123	828	320	236	563	110
Name of the species	Total Specie's frequency	Mutual Information (in binons) between the species and the geological class							
<i>Arbutus unedo</i>	211	-44	-47	-12	91	15	12	-24	-11
<i>Erica arborea</i>	209	-44	-47	-12	74	22	14	-22	-11
<i>Quercus ilex</i>	173	-50	-53	-14	5	229	-12	-5	-12
<i>Phillyrea latifolia</i>	115	-24	-26	-3	14	59	4	-14	-6
<i>Rubia peregrina</i>	103	-21	-23	-6	7	18	-11	24	-5
<i>Quercus coccifera</i>	104	-36	-38	-4	-4	-3	-19	143	-9
<i>Smilax aspera</i>	77	-16	-9	-4	11	36	-9	-3	-4
<i>Cercis siliquastrum</i>	23	-5	-5	1	-7	32	-3	3	-1
Mean MI of the cluster		-30	-31	-7	24	51	-3	13	-7

The upward ecological profiles show that the species of the PC2 that represents the phytosociological alliance *Quercion ilicis*, has strong probabilities to be on gneiss, granite and schists but lower than the PC1, and not on tertiary deposits. They have strong probabilities not to be on Coastal deposits and alluvions, lower also than for PC1. They have quite strong probabilities to be on limestone, but just for *Quercus coccifera* and *Rubia peregrina*, and strong probabilities not to be on this geological formation for *Arbutus unedo* and *Erica arborea*.

Table 6. Ecological profiles of the PC3 on geology

Geological class		Coastal deposits	Alluvions	Tertiary deposits	Gneiss and granite	Schist	Other siliceous	Limestone	Marble
Total frequency of the class		426	455	123	828	320	236	563	110
Name of the species	Total Specie's frequency	Mutual Information (in binons) between the species and the geological class							
<i>Carpinus orientalis</i>	335	-71	-57	18	-17	25	52	11	6
<i>Fraxinus ornus</i>	478	-101	-102	-4	40	51	21	6	-25
<i>Sorbus torminalis</i>	173	-36	-39	-3	28	23	10	-5	-9
<i>Quercus pubescens</i>	437	-92	-40	25	12	10	-4	31	-11
<i>Cornus mas</i>	130	-27	-29	-2	9	15	33	-6	-7
<i>Quercus trojana</i>	104	-22	-23	70	-45	-16	-3	5	71
<i>Ostrya carpinifolia</i>	124	-26	-28	-7	7	-3	4	44	-6
<i>Acer monspessulanum</i>	37	-8	-8	5	-12	6	5	14	-2
Mean MI of the cluster		-48	-41	13	3	14	15	13	2

The upward table shows that species of the PC3 have strong probabilities to be on limestone with exception of *Cornus mas* and *Sorbus torminalis* that have strong probabilities to be on schists and other siliceous rocks with *Fraxinus ornus* and *Carpinus orientalis* (but not on granite and gneiss for the last). *Carpinus orientalis*, *Quercus pubescens* and *Quercus trojana* have also strong probabilities to be on tertiary deposits. Note the strong probability of *Quercus trojana* to be on marbles.

The ecological profiles on geology permit to:

- Define two sub-types of pannono-balkan oak forests 91M0: the sub-type with *Quercus frainetto*, that corresponds to the Quercion frainetto alliance that can be encountered on non calcaric geological substratum, confirming [1], and the sub-type with *Quercus pubescens*, corresponding to the Ostryo-carpinion alliance and encountered on calcaric geological substratum. This alliance corresponds to the Fraxino orni-Ostryon of [3], and more particularly to the Phillyreo-Carpinetum and Dryopterido pallidae-Ostryetum carpinifoliae associations.
- Constitute the 934A HT with dominant species *Quercus coccifera* as sub-type on limestones of the 9340 HT with dominant species *Quercus ilex*, confirming also [1].

To include 934A in 9340 do not exclude *Quercus coccifera* to constitute vegetal formations in Ostryo-carpinion. This species is then in low formation, not forests, and named "Pseudo-maquis" with code 5350.

To go further in the HT's ecological characterization, we should examine the profile of the PC on altitude. We present downwards these ecological profiles till 1600 m, although calculations have been made till 2300 m. After 1600 m, all the IM values are negative for the PC presented here.

Table 7. Ecological profiles of the PC1 on altitude

Altitude class (inferior limit)		0	10	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600
Total frequency of the class		445	256	145	70	60	138	236	256	150	162	152	121	126	130	154	136	99	90
Name of the species	Total Species' frequency	MI (in binons) between the species and the altitude class																	
<i>Luzula forsteri</i>	378	-84	-28	-3	7	4	-3	-5	9	102	52	35	21	3	-7	-15	-24	-14	-16
<i>Veronica chamaedrys</i>	613	-140	-52	-6	3	4	-7	-13	4	63	32	33	21	17	10	14	4	3	-5
<i>Clinopodium vulgare</i>	362	-81	-29	-3	7	5	-3	-6	7	98	53	22	8	4	-8	-5	-12	-11	-15
<i>Silene italica</i>	257	-56	-27	6	15	3	-13	-5	10	98	21	24	9	4	-12	-15	-13	-12	-11
<i>Potentilla micrantha</i>	380	-85	-29	-3	-3	6	3	-6	10	68	38	31	26	6	-7	-5	-9	-9	-13
<i>Lathyrus laxifolius</i>	253	-56	-15	5	6	3	3	-7	9	54	19	26	14	3	-8	-5	-13	-12	-11
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	711	-119	4	22	21	46	6	6	7	11	13	21	4	-5	4	-4	-7	-8	-19
<i>Quercus frainetto</i>	892	-200	-45	119	191	61	4	5	10	70	96	19	-6	-21	-55	-45	-58	-42	-38
Mean MI of the cluster		-103	-28	17	31	17	-1	-4	8	70	41	26	12	1	-10	-10	-16	-13	-16

The upward table shows that the PC1, representing the Quercion frainetto, has a little probability to be in altitude lower than 600 m and upper than 1100 m, with exception for *Quercus frainetto* and *Brachypodium sylvaticum*, that have a strong probability to be present

in altitudes from 100 m to 400 m, and *Veronica chamaedrys* that has a strong probability to be encountered till 1400 m. The Quercion frainetto alliance belongs to the sub-mediterranean (Υπό-μεσογειακός) according to [13] or supra-mediterranean according to [1], with more annual rainfall and lesser summer drought than the eu-mediterranean (ευ-μεσογειακός) according to [13] or simply mediterranean (μέδιττανέον) according to [1] bioclimatic storage.

Table 8. Ecological profiles of the PC2 on altitude

Altitude class (inferior limit)		0	10	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600
Total frequency of the class		445	256	145	70	60	138	236	256	150	162	152	121	126	130	154	136	99	90
Name of the species	Species' frequency	MI (in binons) between the species and the altitude class																	
<i>Arbutus unedo</i>	211	-17	31	54	103	71	-3	-7	-4	-7	-16	-15	-12	-12	-13	-15	-13	-10	-9
<i>Erica arborea</i>	209	-22	8	26	47	66	7	-3	10	12	-16	-9	-12	-12	-13	-15	-13	-10	-9
<i>Quercus ilex</i>	173	6	20	69	80	38	3	6	-20	-17	-18	-17	-14	-14	-15	-17	-15	-11	-10
<i>Phillyrea latifolia</i>	115	-13	52	75	25	8	-3	-3	-14	-8	-9	-8	-6	-7	-7	-8	-7	-5	-5
<i>Rubia peregrina</i>	103	-5	13	13	3	16	4	28	4	-5	-8	-7	-6	-6	-6	-7	-7	-5	-4
<i>Quercus coccifera</i>	104	-37	10	6	7	4	16	140	3	-9	-10	-12	-10	-10	-10	-9	-11	-8	-7
<i>Smilax aspera</i>	77	15	44	13	12	3	-5	-9	-10	-5	-6	-5	-4	-5	-5	-6	-5	-4	-3
<i>Cercis siliquastrum</i>	23	7	7	9	2	2	1	-2	-3	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-1
Mean MI of the cluster		-8	23	33	35	26	3	19	-4	-5	-11	-9	-8	-8	-9	-10	-9	-7	-6

The above profiles on altitude show that the PC2's species, representing the Quercion ilicis and the TH 9340 have a strong probability to not be in altitude upper than 800m. This illustrates the association of the Quercion ilicis with the eumediterranean (ευ-μεσογειακός) according to [13], méditerranéen according to [1] and meso-méditerranéen according to [5] bioclimatic storage, characterized by a severe summer drought, but also by moderate winter temperatures.

Table 9. Ecological profiles of the PC3 on altitude

Altitude class (inferior limit)		0	10	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600
Total frequency of the class		445	256	145	70	60	138	236	256	150	162	152	121	126	130	154	136	99	90
Name of the species	Species' frequency	MI (in binons) between the species and the altitude class																	
<i>Carpinus orientalis</i>	335	-74	-24	24	99	42	14	38	4	17	9	4	-9	-20	-20	-24	-21	-16	-14
<i>Fraxinus ornus</i>	478	-86	-17	19	77	36	26	7	11	11	12	7	-3	-5	4	-19	-26	-22	-20
<i>Sorbus torminalis</i>	173	-38	-14	3	18	14	16	-3	8	18	10	8	-3	-3	-4	-6	-8	-8	-7
<i>Quercus pubescens</i>	437	-85	-14	54	29	16	80	13	4	10	4	17	5	-9	-19	-24	-28	-20	-18
<i>Cornus mas</i>	130	-28	-12	-3	13	26	17	-3	11	10	16	3	-2	-8	-3	-5	-8	-6	-5
<i>Quercus trojana</i>	104	-23	-13	-7	-3	-3	-7	48	3	46	40	2	-6	-6	-6	-7	-7	-5	-4
<i>Ostrya carpinifolia</i>	124	-27	-15	-8	3	16	-4	-11	-10	3	16	11	3	3	41	5	4	-3	-2
<i>Acer monspessulanum</i>	37	-8	-2	-2	1	5	10	4	2	8	11	-3	-2	-2	-2	-3	-2	-2	-2
Mean MI of the cluster		-46	-14	10	30	19	19	12	4	15	15	6	-2	-6	-1	-10	-12	-10	-9

The table 9 shows that the PC3, representing the Ostrio-carpinon has a large altitudinal domain, from 100 to 1000m, with exception from *Quercus trojana*, with probabilities not to be present lower than 500m, and *Ostrya carpinifolia* having a bimodal altitude distribution, from 200 to 400 m, and then from 700 to 1400 m. The Ostrio-carpinon is also associated with the sub-mediterranean according to [13] or supra-mediterranean according to [1,5].

3.4 DISCUSSION AND PROPOSITION FOR A NEW PARTIAL CLASSIFICATION OF OAK FOREST HABITAT TYPES IN NORTHERN GREECE

The upwards ecological profiles give an analytic view of vegetation classification, helping the interpretation of synthetical ones as Detrended Correspondence Analysis used in [3] for identifying plant communities of Greek thermophilous deciduous forests. These profiles confirm the importance of geology and altitude as the first ordination axis for these plant communities is linked with soil type, and the second with climate.

We showed that *Quercus frainetto* (and *Brachypodium sylvaticum*), of the PC1, has a strong probability to be in the same altitude as the Quercion ilicis, represented by the PC2. This should be related with the fact that these species have also strong probability to be on tertiary deposits, present at low altitude in Northern Greece. These soils are deep, and they can store water to dispose it during summer, compensating the atmospheric drought that hinder *Quercus frainetto* and the most PC1's species to live at low altitude on other geological substratum that have poor water reserve. Let us remember that alluvial substrata, on which *Quercus frainetto* has a very

negative link, are generally cultivated and do not support forests in Greece anyway. So, *Quercus frainetto* cannot be considered in north Greece as differential species between the sub-mediterranean or supra-mediterranean bioclimatic storage and the eu-mediterranean one, but rather an indicative of non-calcaric soils in these storages.

Also the profiles on geology showed a difference between the PC3 (Ostrio-carpinion) and the PC1 (Quercion frainetto) with the PC2 (Quercion ilicis) coming from the fact that PC3 has a tolerance to calcareous substrata that have not the PC1 and the majority of the PC2's species. The Ostrio-carpinion is an alliance of the sub or supra-mediterranean storage, but, like *Quercus frainetto*, *Carpinus orientalis* or *Quercus pubescens*, of the PC3, can be found on deep tertiary deposits in low altitude. So, we propose a new partial classification of oak forests' habitat types based on bioclimatic storages and geology. In this classification the habitat types are represented by typical species in reduced number issued from our phytosociological cluster analysis.

Table 10. Proposed oak forest habitat types classification in Northern Greece and their Typical Species ranked in accordance with Mutual Information in the cluster

91M01 Pannonian-Balkan oak forests with <i>Quercus frainetto</i>	91M02 Pannonian-Balkan oak forests with <i>Quercus pubescens</i>	9340 <i>Quercus ilex</i> Forests
1-Luzula forsteri 2-Veronica chamaedrys 3-Clinopodium vulgare 4- Silene italica 5-Potentilla micrantha 6-Lathyrus laxiflorus 7-Brachypodium sylvaticum 8-Quercus frainetto	1-Carpinus orientalis 2-Fraxinus ornus 3-Quercus pubescens 4-Quercus trojana 5-Ostrya carpinifolia 6-Acer monspessulanum	1-Arbutus unedo 2-Erica arborea 3-Quercus ilex 4-Phillyrea latifolia 5-Rubia peregrina 6-Quercus coccifera 7-Smilax aspera 8-Cercis siliquastrum

The Typical Species proposed in the oak forests Habitat types are those of the Phytosociological Clusters: PC1 for the 91M01, PC3 for the 91M02 and PC2 for the 9340, ranked in accordance with their higher Mutual Information with another species of the cluster.

The distinction between the two 91M0 types is based on geological substratum given by the ecological profiles: 91M01 is encountered on non calcaric substratum, and 91M02 is encountered on calcaric substratum. This is in accordance with [1] and [3]. Let us precise that the proposed 91M02 corresponds to the 41.733 Corine 91 codification "Hellenic woods with *Quercus pubescens*".

For the 9250 (*Quercus trojana* forests), we did not find typical species other than *Quercus trojana* itself. This species is linked with the PC3 (Ostrio-carpinion). The 9250 have been classified by [5] in the Quercion frainetto after having been in the Ostrio-Carpinion orientalis (Horvat). We propose to institute the *Quercus trojana* forests as a sub-type of 91M02.

Concerning the 9340, the accordance with PC2 is quite perfect and its typical species are the same as noted on field during the 2014-2015 evaluation campaign.

Concerning the 934A (*Quercus coccifera* forests), we suggest instituting it as a sub-type of 9340 exclusively on limestones.

For the other oak forest's types (91F0 and 9280), the cluster analysis revealed that the Typical Species noted during the evaluation campaign and presented in table 3 are transgressive:

- In Northern Greece, the 91F0 has Typical Species of ripisylves, and *Quercus robur* is linked first with *Fraxinus angustifolia*, these species belonging to a general cluster where the strongest links are between *Planatus orientalis*, *Rubus ulmifolius* and *Clematis vitalba*.
- The Habitat Type 9280 is a hybrid between oak and beech forests. The Typical Species noted during the evaluation campaign (table 3) belong either to the oak clusters (PC1: *Luzula forsteri*, *Potentilla micrantha*, *Pteridium aquilinum*, PC3: *Sorbus torminalis*, *Fraxinus ornus*) or beech forests cluster (*Fagus sylvatica*, *Poa nemoralis*, *Dactylis glomerata*). In fact this HT have been classified by [5] in two classes: the Querco-Fagetea (Br. bl.), represented by the Fagion sylvatica and the Cephalanthero-Fagion (Tx.1955), and the Quercetea pubescentis, represented by the Quercion frainetto. Unspite the name of this HT (*Quercus frainetto* woods), they are beech woods and *Quercus frainetto* has a very weak link with those woods in the sample we studied, but we cannot, with our cluster analysis, clarify the phytosociological status of the "*Quercus frainetto* woods" in Northern Greece. We think that they are a transition Habitat Type between oak and beech forests, and since they are more beech than oak forests by the dominant species, to facilitate the non-phytosociologists land management professionals, for example in cartography, we suggest to name them "Inferior Limit Beech Forests".

4 CONCLUSION

Frequency analysis gives three results:

- Ordinated list of Typical Species noted within their 8 Habitat Types during the 2014-Ordinated 2015 evaluation campaign in 3202 relevés in Northern Greece, with the strength of the link between the species and the habitat.
- Phytosociological clusters of 8 species from cluster analysis of the 3202 upwards relevés and their correspondence with the above Habitat Types through the correspondence between phytosociological alliances' Characteristic Species and Habitat Types' Typical Species as they have been showed in the previous result.
- Phytosociological clusters' ecological profiles on geological substratum and altitude from the same sample, that gave the links between the cluster's species and the geological substratum and altitude classes. More precisely this work has permitted to propose:
 1. The subdivision of the 91M0 oak type (Pannonian-Balkan oak forests) in two types: one on non-calcaric substratum that corresponds to the phytosociological alliance of Quercion frainetto, the other on calcaric substratum corresponding to the phytosociological alliance of Ostrio-carpinion.
 2. The constitution of the 9280 (*Quercus trojana* forests) as a sub-type, especially on marbles, of the 91M02 that corresponds to the phytosociological alliance of Ostrio-carpinion.
 3. The constitution of the 934A (*Quercus coccifera* forests) as a subtype on calcaric substratum of 9340 that corresponds to the phytosociological alliance of Quercion ilicis.

REFERENCES

- [1] M. Barbero, P. Quezel, « Les groupements forestiers de Grèce Centro-Méridionale », *Ecologia mediterranea*, 2, 1976.
- [2] F. Bendali, N. Nellas, "Conservation status assessment method for habitat types at Site of European Community Interest scale", *International Journal of Innovation and Applied Studies* Vol. 17 No. 2, pp. 548-555, 2016.
- [3] Bergmeier, E. and Dimopoulos, P. "Identifying plant communities of thermophilous deciduous forests in Greece: Species composition, distribution, ecology and syntaxonomy", *Plant Biosystems*, vol 144, No 2, pp. 228-254, 2008.
- [4] Braun-Blanquet, J. « Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. » Macabet Frères, Vaison la Romaine, 1952.
- [5] S. Dafis, E. Papasteriadiou, T. Lazaridou, M. Tsiafouli, « Αναγνώριση και περιγραφή των τύπων οικοτόπων σε περιοχές ενδιαφέροντος για τη διατήρηση της φύσης » Τεχνικός οδηγός χαρτογράφησης, Ministry of Environment, Thessaloniki, 2001.
- [6] Dimopoulos P., Tsiropidis I., Xystrakis F., Panitsa M., Fotiadis G., Kallimanis A.S. and Kazoglou I., Deliverable A6. Explanatory Implementation Manual for the Conservation Degree Assessment of Habitat Types – 1st edition, Ministry of Environment, Energy and Climate Change, OIKOM Ltd - E. Alexandropoulou - A. Glavas, Athens, 38 p., 2014 (in Greek).
- [7] Evans D. and Arvela M., Assessment and reporting under Article 17 of the Habitats Directive. Explanatory Notes & Guidelines for the period 2007-2012. Final draft. European Topic Centre on Biological Diversity, 123 p., 2011.
- [8] Godron, M., "Application de la théorie de l'information à l'étude de l'homogénéité et de la structure de la végétation", *Oecol. Plant.*, vol. 2, pp. 187-197. 1966.
- [9] Godron, M., Andrieu, J., "Mise en évidence statistique d'un continuum a facettes dans les Baronnie", in F. Alexandre et A., Genin, Continu et discontinu dans l'espace géographique, Tours: Presses universitaires François Rabelais, pp. 145-170, 2008.
- [10] Godron, M., *Ecologie et évolution du monde vivant*, Paris: Ed. de l'Harmattan, 1982 p., 2012.
- [11] Gounot, M. "L'exploitation mecanographique des relevés pour la recherche des groupes écologiques", *Bulletin du Service de la Carte Phytogéographique*. B, vol 4, no. 2, pp. 147-177, 1959.
- [12] Kotzageorgis, G., Mantzavelas, A., Hadjicharalambous, E., Defingou, M., Gioutlakis, M., Papagrigoriou, S., Alexandridou, E. (Editors), "Deliverable B4: Manual on the updated Database of the monitoring project, 1st edition". YPEKA, Athens, Joint venture of Enveco S.A, Omikron Ltd., Karolidis Theodoros, Fyselias Spyridon, Consultant EKVY, 83 p., 2014 (in Greek).
- [13] Mavrommatis, G. « Carte de la végétation de la Grèce » Institut de Recherches Forestière, Athènes, 1978.
- [14] I. Tsiropidis, F. Xystrakis, A. Kallimanis, M. panitsa and P. Dimopoulos, "A bottom-up approach for the conservation status assessment of structure and functions of habitat types", *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 2018.

Freins à la création d'entreprise par les jeunes en Afrique: Une étude exploratoire auprès de jeunes diplômés congolais

[Barriers to business creation by young people in Africa: An exploratory study among young Congolese graduates]

Jean Kahuisa Makina

Doctorant en Projets, spécialité Gestion entrepreneuriale, Universidad Internacional Iberoamericana, Campeche, Mexico

Copyright © 2021 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 aims to study the obstacles encountered by young Congolese graduates in setting up their businesses. Identifying these barriers provides useful knowledge to help young people succeed in their entrepreneurial activities and projects. To this end, we examine a sample of 588 young Congolese graduates of higher and university education located in the city of Kinshasa, in the Democratic Republic of Congo (DRC). A research approach made up of quantitative techniques, specifically the questionnaire survey, made it possible to collect the data necessary to understand the obstacles to business creation by young Congolese graduates. We opted for exploratory research. Three groups of major obstacles are mentioned in this research: the individual obstacles to business creation among young people, the obstacles related to the economic, institutional and regulatory, cultural, social and educational environment for the creation of a business companies and finally, the obstacles linked to the business creation project. The results of the study reveal that young people perceive difficult access to financing, difficult access to credit, lack of professional experience, absence or insufficient support and accompaniment, lack of personal funds, insufficient education and training programs, difficulties in preparing the business plan, lack of entrepreneurial culture, a policy of guidance and information, and skills and knowledge in entrepreneurship as the main obstacles to starting a business. This study ends with recommendations on how to improve youth entrepreneurship in the DRC.

KEYWORDS: Youth entrepreneurship, Barriers, Obstacles, business creation, Young Congolese graduates.

RESUME: Cette recherche vise à étudier les freins que rencontrent les jeunes diplômés congolais dans la création de leurs entreprises. L'identification de ces obstacles fournit des connaissances utiles pour aider les jeunes à réussir leurs activités et projets entrepreneuriaux. A cet effet, nous examinons un échantillon de 588 jeunes diplômés congolais de l'enseignement supérieur et universitaire se trouvant dans la Ville de Kinshasa, en République démocratique du Congo (RDC). Une approche de recherche composée de techniques quantitatives, spécifiquement, l'enquête par questionnaire a permis de collecter les données nécessaires à la compréhension des obstacles à la création d'entreprise par les jeunes diplômés congolais. Nous avons opté pour une recherche exploratoire. Trois groupes d'obstacles majeurs sont évoqués dans la présente recherche: les freins individuels à la création d'entreprise chez les jeunes, les freins en rapport avec l'environnement économique, institutionnel et régulateur, culturel, social et éducatif de la création d'entreprises et enfin, les freins liés au projet de création d'entreprise. Les résultats de l'étude révèlent que les jeunes perçoivent l'accès difficile au financement, l'accès difficile au crédit, le manque d'expérience professionnelle, l'absence ou l'insuffisance d'appui et d'accompagnement, le manque de fonds personnels, les programmes d'éducation et de formation insuffisants, les difficultés dans la préparation du plan d'affaires, l'absence de la culture entrepreneuriale, d'une politique d'orientation et d'information, et de compétences et de connaissances en entrepreneuriat comme principaux obstacles à la création d'entreprise. Cette étude se termine par des recommandations sur la manière d'améliorer l'entrepreneuriat des jeunes en RDC.

MOTS-CLEFS: Entrepreneuriat des jeunes, Obstacles, freins à la création d'entreprise, Jeunes diplômés congolais.

1 INTRODUCTION

Nombreux sont les jeunes qui rêvent de créer leur propre entreprise. Cependant, il semble très clairement que peu d'entre eux parviennent effectivement à franchir le pas et que leur taux d'échec dépasse celui observé dans la population plus âgée ([1], [2], [3]). Cela démontre l'existence de freins entravant l'entrepreneuriat des jeunes. De même, les travaux menés par les chercheurs confirment la présence de nombreux obstacles auxquels font face les jeunes dans leur élan entrepreneurial.

Les freins sont des éléments qui représentent un obstacle au développement ou à la progression de quelque chose.

Dans le cadre de cette étude, nous définissons le « frein à la création d'entreprise », comme tout élément qui représente un obstacle ou une entrave au développement ou à la progression du processus de la création d'entreprise. En effet, les freins ou obstacles à la création d'entreprise sont des éléments qui agissent négativement et peuvent contraindre, entraver ou inhiber le processus entrepreneurial amont dans ses différentes phases. Les freins sont des facteurs qui entravent le développement et l'émergence de l'entrepreneuriat des jeunes.

L'étude cherche à répondre à la question: Quels sont les freins qui entravent l'entrepreneuriat des jeunes en Afrique et des jeunes diplômés congolais en particulier, et comment les vaincre? Notre objectif est d'étudier les facteurs qui constituent un handicap au passage des jeunes africains et particulièrement des jeunes diplômés congolais, à l'acte entrepreneurial, en mettant l'accent sur la préparation et la mise en œuvre du projet, le profil de l'entrepreneur et l'environnement entrepreneurial et enfin, présenter quelques moyens d'actions. Cette recherche s'inscrit dans la volonté d'améliorer le processus de création d'entreprise et de promouvoir davantage la culture entrepreneuriale chez les jeunes diplômés en RDC. C'est pour nous un moyen de contribuer à l'accroissement des connaissances dans le domaine de l'entrepreneuriat et de favoriser la culture entrepreneuriale auprès des jeunes dans le pays.

2 REVUE DE LA LITTÉRATURE

Dans la littérature, il existe de nombreuses tentatives pour identifier les différents obstacles à l'entrepreneuriat chez les jeunes. Beaucoup d'entre eux affectent également l'entrepreneuriat en général, mais d'autres sont spécifiques aux jeunes ou touchent les jeunes à un degré beaucoup plus élevé. Il est important de noter que la nature des obstacles peut différer d'un cas à l'autre. Pour certains, un obstacle important peut empêcher l'activité entrepreneuriale, tandis que pour d'autres, la même raison ne peut être qu'un obstacle parmi tant d'autres, et surmonter seulement certains d'entre eux pourrait permettre de devenir entrepreneur. Pour les jeunes, ces barrières - même si elles ne sont pas critiques et importantes lorsqu'elles sont séparées - s'accumulent plus facilement décourageant l'activité entrepreneuriale individuelle [4]. De plus, certaines barrières sont strictement liées à une situation économique, une culture ou une situation politique spécifique. Pareillement, même le sexe ou la nationalité ethnique peut être un obstacle dans le cas de certaines cultures ou pays, ce ne serait pas un obstacle dans le cas d'autres. Par conséquent, les types d'obstacles, leur importance et leur force peuvent varier d'un cas à l'autre et évoluer avec le temps. Il est néanmoins important de mener des recherches sur les obstacles à l'entrepreneuriat afin de les identifier et de créer des mesures pour les surmonter, comme si certains obstacles peuvent varier, mais certaines solutions pour les combattre peuvent être universelles et mériter d'être diffusées. Enfin, la nature et l'ampleur de ces barrières varient selon le contexte environnemental local ([4], ([5], [6])).

La liste des obstacles possibles à l'entrepreneuriat chez les jeunes est longue et riche et comprend entre autres - le manque de financement, de compétences ou d'infrastructure, la discrimination entre les sexes, la peur de l'échec, le risque financier, le manque de mentorat ou de soutien, le mauvais climat économique, les conflits militaires en cours, le manque de culture entrepreneuriale, la corruption, manque d'éducation à l'entrepreneuriat, le problèmes de financement abordable, taux de criminalité élevé ou mauvaise administration [7].

La référence [8] montre que les jeunes entrepreneurs africains sont confrontés aux obstacles suivants tels que le manque d'accès à un capital suffisant, le manque d'accès à des marchés lucratifs, un marketing et une image de marque médiocres, le manque d'accès à un espace de travail convenable, le manque de compétences en gestion d'entreprise, l'insuffisance et des dossiers financiers inexacts, le manque d'éducation et de formation, le manque de soutien commercial non permanent, l'expérience de travail, les réglementations gouvernementales et la disponibilité des infrastructures.

Dans leur étude sur les freins et motivations des jeunes tunisiens, [2] notent que les freins ou bien les obstacles d'entreprendre par les jeunes diplômés se manifestent surtout dans les programmes d'éducation et de formation insuffisantes, la mauvaise perception sociétale de l'entrepreneuriat, le manque d'expérience professionnelle et entrepreneuriale antérieure des jeunes diplômés, la non disposition des ressources financières initiales, la disposition habituellement d'un capital social restreint et d'un réseau de contacts professionnels peu étendu et la confrontation à diverses barrières inhérentes aux marchés surtout financiers.

Selon [9], les obstacles qui empêchent les jeunes sud-africains de devenir entrepreneurs sont: le manque d'éducation, l'attitude de la société envers l'entrepreneuriat des jeunes, le manque d'accès au financement et une mauvaise culture d'entrepreneuriat sont les obstacles qui empêchent les jeunes de s'engager dans des activités entrepreneuriales.

L'auteur [1] montre que malgré l'avancée qu'a connu l'entrepreneuriat en Afrique, les jeunes qui désirent entreprendre ou qui sont déjà chef d'entreprise rencontrent encore de nombreuses difficultés. Ces dernières concernent notamment l'attitude de la société à l'égard de l'entrepreneuriat, le manque de compétences, l'insuffisance de la formation à l'esprit d'entreprise, le manque d'expérience professionnelle, l'absence de fonds propres, l'absence de contacts et barrières inhérentes au marché, les formalités sont plus lourdes et plus longues, le coût de démarrage, le capital minimum obligatoire et le manque d'accès aux informations particulièrement pertinentes pour les activités entrepreneuriales. Dans ces conditions, il urge que les gouvernants africains mettent en place des politiques pour renforcer davantage les activités entrepreneuriales des jeunes afin de réduire le chômage.

La recherche sur la création et le développement d'entreprises pour les jeunes au Ghana, effectuée par [10] a révélé que l'expérience de la gestion, l'accès au financement, le cadre administratif et réglementaire, l'aide aux entreprises et l'attitude sociale et culturelle peuvent constituer des obstacles à l'exploitation des entreprises.

Les résultats de l'étude faite par [11] sur les obstacles à l'entrepreneuriat des jeunes dans les zones rurales du Ghana, révèlent que les jeunes perçoivent le manque de capital, le manque de compétences, le manque de soutien, le manque d'opportunités de marché et le risque comme les principaux obstacles à l'intention entrepreneuriale.

L'étude sur l'entrepreneuriat des jeunes Africains francophones dans la République du Congo et dans la République démocratique du Congo menée par [5], a établi que les principaux obstacles à l'entrepreneuriat des jeunes sont les attitudes socioculturelles, la faiblesse des compétences entrepreneuriales, les barrières liées à la réglementation, les difficultés d'accès au crédit, l'instabilité macroéconomique et l'absence de services d'appui et d'accompagnement.

La littérature relative à la création d'entreprise se concentre sur quatre principales dimensions: l'individu créateur [12], l'entreprise en elle-même en tant qu'organisation en émergence [13], l'environnement de la création [14] et le processus de la création [15]. Ces principales dimensions peuvent être regroupées en trois grands courants [16]: l'approche par les spécificités individuelles (individu), l'approche environnementale (individu-contexte), l'approche processuelle (individu-projet). Elles peuvent aussi être adaptées à trois dimensions: l'individu créateur, l'environnement de la création d'entreprise et le projet de création d'entreprise (qui englobe le processus et l'entreprise créée, hormis son exploitation).

Ainsi, nous proposons d'organiser la revue de la littérature sur les freins à la création d'entreprise autour de trois dimensions: l'individu créateur, l'environnement de la création d'entreprise et le projet de création d'entreprise. Donc, trois groupes de freins à la création d'entreprise par les jeunes seront évoqués. Les premiers sont ceux qui sont propres à l'individu qui veut créer une entreprise, les deuxièmes proviennent de l'environnement (économique, institutionnel et régulateur, culturel, social, éducatif, etc.) dans lequel émergent et évoluent les projets de création d'entreprises des jeunes diplômés, et les troisièmes sont ceux qui se dressent lors de la préparation et la réalisation de leurs projets de création d'entreprise.

2.1 FREINS INDIVIDUELS OU OBSTACLES PERSONNELS À LA CRÉATION D'UNE ENTREPRISE

Ce sont des freins qui sont propres à l'individu qui veut créer une entreprise. En effet, tout entrepreneur est confronté, durant la réalisation de son projet, à des contraintes liées à sa situation personnelle.

Schumpeter considère que les caractéristiques de l'individu qui crée son entreprise sont déterminantes pour comprendre son succès ou son échec. Cet avis est largement partagé, puisque tous les auteurs s'accordent à dire que l'individu est un facteur clé dans le succès d'une entreprise en création, et ce, d'autant plus en phase d'amorçage. Les caractéristiques de l'individu qui influencent la réussite ou l'échec d'une création d'entreprise recouvrent différentes dimensions: personnalité, motivations et compétences [17]. Des caractéristiques propres aux individus facilitent ou entravent la création.

Parmi les obstacles individuels, on trouve: l'âge du porteur de projet peut constituer un obstacle majeur à sa démarche entrepreneuriale ([6], [18], [19], [20]), la discrimination entre les sexes [7], la peur de l'échec [5], [15], [20], le manque de confiance en soi ([15], [21]), le manque de compétences et de connaissances en entrepreneuriat ([1], [20], [22]), le manque d'expérience professionnelle ([2], [5], [8], [20], [21], [23], [24]), le faible capital financier et social [5], le manque de relations d'affaires ([2], [3]) le faible capital social [5], etc.

2.2 LES FREINS OU OBSTACLES LIÉS À L'ENVIRONNEMENT DE LA CRÉATION D'ENTREPRISE

Si le profil de l'entrepreneur est primordial dans le processus de l'entrepreneuriat, la réussite d'un projet d'entreprise dépendra aussi de l'environnement dans lequel sera mis en place [25]. L'environnement de la création d'entreprise joue un rôle fondamental en tant

qu'élément facilitateur ou de blocage en matière de création d'entreprises [26]. montre que ce facteur est encore plus déterminant lorsqu'il s'agit de petites entreprises créées ou gérées par des jeunes diplômés qui entreprennent dans un environnement particulièrement hostile. Le contexte entrepreneurial est un facteur qui influence la survie des entreprises ou, au contraire, leur disparition. En effet, même si l'entrepreneur possède les compétences nécessaires à la réussite de son entreprise, face à un contexte environnemental défavorable, il s'avère difficile de réaliser ses objectifs de réussite [27].

Le projet de création d'entreprise s'inscrit toujours dans un environnement, qu'il convient donc de prendre en compte. Cet environnement peut être favorable ou défavorable pour l'entrepreneur, mais il ne constitue pas pour autant un facteur de succès ou un obstacle en soi [17].

Étant donné que le futur entrepreneur vit dans une société donnée, à une époque bien déterminée, ses activités et ses représentations en vue de l'action sont non seulement influencées par les facteurs environnementaux, dont les contextes économique, politique, social, culturel, familial et éducatif.

Parmi les différents freins liés à l'environnement du créateur et du projet de création d'entreprise, on peut retenir: l'absence ou faible culture entrepreneuriale ([2], [5], [24], [20], [21], [28]), l'attitude négative de la société envers l'entrepreneuriat des jeunes ([5], [9], [29], [26]), le manque de valorisation communautaire de l'entrepreneuriat [18], le manque de soutien de la famille ou de la communauté ou la faible implication familiale ([5], [14], [21]), la sorcellerie et pratiques magiques ([31], [32]), les programmes d'éducation et de formation insuffisants ([2], [5]), le manque d'éducation à l'entrepreneuriat [7], l'absence d'une politique d'information et d'orientation ([17], [33]), la fiscalité élevée ([5], [34]), l'instabilité gouvernementale [5], les formalités complexes et les coûts élevés à la création d'entreprise [18], la corruption ([5], [7], [35]), le cadre institutionnel et légal insuffisant [38], les conflits militaires en cours [7], la lenteur et lourdeur des procédures administratives ([5], [36]) la concurrence intense [21], le contexte économique défavorable ([5], [21]), les difficultés liées à la conjoncture économique [35], [5], le taux de criminalité élevé [7], etc.

2.3 FREINS LIÉS AU PROJET DE CRÉATION D'ENTREPRISE

Cette catégorie des freins englobent les obstacles liés à la préparation et réalisation du projet de création d'entreprise.

Les problèmes rencontrés lors de la préparation et la mise en œuvre du projet de création d'entreprise sont nombreux, entre autres: l'accès difficile au financement ([1], [2], [5], [9], [20], [24], [26], [30], [35], [37]), l'accès difficiles au crédit ([5], [30]), le manque de fonds personnels ([2], [5], [18], [20], [24], [30]) les difficultés de recrutement de personnel qualifié/ compétent et fiable ([35], [36]), le peu ou manque d'équipements [24], le déficit d'énergie et de l'eau ([18], [39]), la médiocrité des infrastructures physiques ([5], [18]), les difficultés dans le développement du produit/service ([40], [41], [42]), les difficultés d'accès aux technologies et services Internet [18], l'absence ou l'insuffisance de services d'appui et d'accompagnement ([5], [22]), les difficultés dans la préparation du plan d'affaires ([43], [44]), l'inadéquation entre le projet et l'individu [45], les difficultés liées à l'accès aux informations particulièrement pertinentes pour les activités entrepreneuriales ([1], [2], [22], [36], [37], [46]) etc.

Notons par ailleurs que certains de ces freins, comme l'accès au financement, l'accès au crédit, l'absence ou l'insuffisance de services d'appui et d'accompagnement, le faible capital financier et social, etc. sont transversaux, c'est-à-dire qu'ils appartiennent à plus d'un groupe de facteurs cités ci-dessus. De même, beaucoup de ces facteurs sont interdépendants et se renforcent mutuellement. Enfin, la nature et l'ampleur de ces obstacles varient selon le contexte environnemental local.

3 MÉTHODOLOGIE

Dans cette recherche, nous abordons la création d'entreprise et, nous nous concentrons sur les freins ou obstacles à la création d'entreprise des jeunes diplômés en République démocratique du Congo. Puisque notre objet de recherche est dans ses débuts et qu'à ce jour, à notre connaissance, aucune étude francophone antérieure n'a étudié le phénomène de projet entrepreneurial des jeunes diplômés congolais en profondeur, nous avons opté pour une recherche exploratoire.

Une approche de recherche composée de techniques quantitatives, spécifiquement, l'enquête par questionnaire a permis de collecter les données nécessaires à la compréhension de freins à la création des jeunes diplômés congolais.

L'échantillon de l'étude a porté sur des jeunes diplômés de l'enseignement supérieur et universitaire trouvés dans la ville de Kinshasa, de toutes options confondues, des institutions publiques comme privées, hommes et femmes, ayant étudiés dans la capitale Kinshasa comme dans les provinces de la RDC. Nous avons travaillé avec 588 jeunes diplômés pour l'enquête. Les individus à interroger pendant les enquêtes ont été choisis à travers la technique d'échantillonnage accidentel.

L'analyse des données est réalisée à partir de la saisie et de la compilation des réponses au questionnaire et le traitement est descriptif quantitatif.

4 RESULTATS ET DISCUSSIONS

Cette section tente de présenter et d'expliquer les principaux freins à la création d'entreprise par les jeunes diplômés en RDC.

4.1 PARTICIPANTS ET TAUX DE RÉPONSE

Sur les 630 questionnaires administrés, nous avons reçu 588 convenablement remplis et donc un taux de réponse de 93 %. Le reste (soit 42 questionnaires) ont fait l'objet de non réponse ou mal remplis, chose qui nous a obligé à les éliminer de notre étude, vu le manque de leur crédibilité (non exploitables).

Notre échantillon se compose de 588 jeunes diplômés issus de toutes les filières et se trouvant à Kinshasa au moment de l'enquête. Parmi eux, 472 ont fait leurs études à Kinshasa.

4.2 CARACTÉRISTIQUES PERSONNELLES ET PROFILS DES JEUNES DIPLÔMÉS INTERVIEWÉS

Sur les 588 jeunes interrogés, 53 % sont de garçons et 47 % sont de filles. Pour ce qui concerne les tranches d'âges, il y a une forte concentration des jeunes de 30-35 ans (48%), qui est suivi par les jeunes de 25-29 ans avec 32%, et après des jeunes de 20-24 ans avec 18,37%. Les jeunes de 15-19 ans sont rares (2%). La majorité de jeunes diplômés sont célibataires avec un taux de 64,63% des enquêtés, suivi des mariés avec 28% des répondants, après viennent les divorcés ou séparés avec 4,42%, et enfin, ce sont les veufs et autres statuts respectivement avec 1,7% et 1%.

L'analyse des expériences entrepreneuriales des jeunes diplômés révèle que 89,8 % de l'ensemble déclarent ne pas avoir démarré une entreprise auparavant contre 10,2% qui ont créé déjà une entreprise.

Il ressort des résultats du niveau de formation des enquêtés que presque la moitié des d'entre eux dispose d'au moins un niveau de licence avec 52,4%, tandis que 36,6% ont un diplôme de graduat (premier cycle universitaire). Les autres types de diplômes d'université représentent 9 %. Les titulaires de diplômes de master sont faiblement représentés, avec respectivement 2%.

La majorité des jeunes diplômés enquêtés sont au chômage, soit 73,5%. Certains d'entre eux sont propriétaires unique d'une entreprise (6,8%). D'autres sont des salariés soit dans une PME de moins de 500 employés (5,1%), soit fonctionnaire au service de l'Etat (4,3%), soit dans une grande entreprise publique (2%), soit encore dans une grande entreprise privée (1%). Ceux qui poursuivent encore les études sont moins nombreux, soit 6%. Au fait, ces étudiants ont un premier diplôme qu'ils jugent non compétent ou de niveau moins élevé, et se lancent à obtenir un autre de niveau supérieur ou dans le domaine qu'ils envient.

4.2.1 FREINS OU OBSTACLES LIÉS À LA PERSONNE DU CRÉATEUR (L'ENTREPRENEUR)

Le tableau 1 ci-dessus montre quels sont les freins individuels des jeunes diplômés à la création d'entreprise.

Tableau 1. Freins individuels à la création d'entreprise par les jeunes diplômés congolais (N=588)

Freins	Fréquence	Pourcentage
Jeune âge du créateur (discrimination)	180	30,6
Peur de l'échec	45	7,7
Manque de confiance en soi	50	8,5
Manque de compétences et de connaissances en entrepreneuriat	529	90,1
Manque d'expérience professionnelle	511	86,9
Manque de relations d'affaires	365	62,1
Faible capital social	98	16,7

Source: Enquête de terrain

Presque la totalité des jeunes diplômés enquêtés manque d'expérience professionnelle antérieure (89,8%). Ceci est dû au fait que les jeunes diplômés n'ont pas la facilité de trouver un emploi. D'ailleurs, la majorité des jeunes diplômés enquêtés était au chômage (73,5%) depuis la fin de leurs études, et n'ont jamais démarré une entreprise auparavant (89,8 %). C'est pourquoi ils n'ont pas d'expériences professionnelles ni entrepreneuriales antérieures. Ce constat rejoint celui de [23] qui cite le manque d'expériences commerciales et de contacts pour générer du profit parmi les difficultés qui limitent l'entrepreneuriat chez les jeunes.

Les jeunes diplômés congolais ne possèdent pas de compétences nécessaires à l'entrepreneuriat. Bien que leur formation soit supérieure, elle ne contribue pas à une initiation à l'entrepreneuriat, ainsi ces jeunes ne sont pas capables de comprendre tous les aspects de la création d'entreprise du fait que les entrepreneurs enquêtés se trouvent après leurs études orientés vers des compétences théoriques et manquent généralement de connaissances et compétences entrepreneuriales. Cela indique clairement que l'on n'investit pas suffisamment dans l'éducation à l'entrepreneuriat de qualité, et qu'en dépit des efforts actuels, il faut en faire davantage. L'Etat congolais devrait renforcer les capacités des jeunes afin que ces derniers obtiennent des compétences ainsi qu'un niveau d'instruction suffisant.

Le manque de compétences est un frein pour la réussite de la création d'entreprise. En effet, le porteur du projet ou le créateur d'entreprise devrait détenir des connaissances et des compétences en entrepreneuriat.

En outre, les jeunes diplômés congolais font l'objet de discrimination du fait de leur âge de la part des institutions ou des pouvoirs publics et de la part de ses fournisseurs ou de leurs clients et, parfois ils ne sont pas pris au sérieux par leurs collègues ou leurs interlocuteurs commerciaux, etc.

Par ailleurs, les jeunes diplômés congolais possèdent un faible capital social et manquent de relations d'affaires, alors que c'est un élément très important de l'entrepreneuriat. Ces jeunes n'appartiennent à aucun réseau professionnel ni d'affaires. Aussi, il n'y a pas de système de création de réseau d'anciens étudiants de telle école ou université en RDC. Par ailleurs, avec l'arrivée de réseaux sociaux, les jeunes privilégient, en effet davantage des réseaux amicaux, amoureux et locaux plutôt que des réseaux plus efficaces en termes de retombées économiques, comme les réseaux professionnels nationaux et internationaux, auxquels adhèrent plus facilement les hommes.

4.2.2 FREINS OU OBSTACLES RELATIFS À L'ENVIRONNEMENT DE LA CRÉATION D'ENTREPRISE PAR LES JEUNES DIPLÔMÉS CONGOLAIS

Le tableau 2 met en évidence les différents freins ou obstacles en rapport avec l'environnement (culturel, social, familial, éducatif, économique, institutionnel et régulateur, etc.) dans lequel émergent et évoluent les projets de création d'entreprises des jeunes diplômés.

Tableau 2. *Freins relatifs à l'environnement de la création d'entreprise par les jeunes diplômés congolais (N=588)*

Freins	Fréquence	Pourcentage
Absence ou faible culture entrepreneuriale	430	73,1
Attitude négative de la société envers l'entrepreneuriat des jeunes	48	8,2
Manque de soutien de la famille ou de l'entourage	36	6,1
Sorcellerie et pratiques magiques	300	51,0
Manque de valorisation de l'entrepreneuriat dans la communauté	455	77,4
Manque/Absence d'entrepreneuriat dans le système éducatif	518	88,1
Programmes d'éducation et de formation insuffisants	500	85,0
Absence d'une politique d'information et d'orientation	403	68,5
Fiscalité élevée	315	53,6
Instabilité gouvernementale	303	51,5
Corruption	10	1,7
Formalités complexes et coûts élevés à la création d'une entreprise	5	0,9
Lenteur et lourdeur des procédures administratives	4	0,7
Concurrence intense	233	39,6
Difficultés liées à la conjoncture économique	296	50,3

Source: Enquête de terrain

L'absence ou la faible culture entrepreneuriale constitue un frein culturel important en RDC. En effet, la culture entrepreneuriale est encore sous-développée en RDC.

Les jeunes interrogés témoignent que l'entrepreneuriat n'est pas valorisé en RDC (77,4%). Ceci s'explique par l'absence de prises de mesures pour encourager le développement de l'entrepreneuriat, notamment dans la phase de création des entreprises, aussi par l'absence de prix pour accordés aux meilleurs jeunes entrepreneurs de l'année, par exemple et enfin, par l'absence de promotion de l'entrepreneuriat dans des établissements scolaires et universitaires. Ce résultat révèle l'origine de faiblesses des jeunes diplômés

congolais qui provient en grande partie de la culture du pays. Ceci nous amène à penser que le manque de valorisation de l'entrepreneuriat dans la culture congolaise fait que qu'il n'y ait pas de culture entrepreneuriale parmi les jeunes diplômés. Par conséquent, il n'y a pas de créativité ni d'esprit d'entreprise chez les jeunes. Ils ne sont pas capables de prendre la décision de poursuivre une opportunité de création d'entreprise, et ils ont une mauvaise perception et la finalité de leur action. En RDC, on valorise davantage l'emploi salarié, et plus particulièrement une carrière à vie dans la fonction publique ou une grande entreprise. L'entrepreneuriat est vu en RDC comme une activité secondaire à un emploi principal. Un autre obstacle culturel est l'attitude négative de la société envers l'entrepreneuriat des jeunes. La société estime qu'il est moins important de créer sa propre entreprise ou de travailler à son propre compte, et décourage alors les jeunes de le faire. De l'école primaire jusqu'à l'université, l'entrepreneuriat ne fait partie de leur culture. Ainsi, l'absence de la culture entrepreneuriale, le manque de valorisation de l'entrepreneuriat et l'attitude sociétale négative à l'entrepreneuriat des jeunes ne favorisent pas le développement de l'entrepreneuriat chez les jeunes diplômés.

Quelques enquêtés soulignent le manque de soutien familial ou de l'entourage. En effet, certaines familles des jeunes diplômés s'engagent peu à appuyer et à accompagner les jeunes dans leur processus entrepreneurial, elles préfèrent plutôt que leurs enfants trouvent un emploi salarié, et plus particulièrement une carrière à vie dans une grande entreprise ou dans des entreprises multinationales, plutôt que créer une entreprise personnelle avec beaucoup de risques. Ce résultat rejoint celui de [47] qui montre que les familles considèrent les initiatives des jeunes comme des activités plus averses au risque et elles aimeraient que leurs enfants exercent une profession dans laquelle l'emploi est sûr.

L'environnement de l'éducation des jeunes diplômés en RDC constitue un obstacle pour ces derniers. En effet, il y a absence de l'entrepreneuriat comme cours ou pratique dans le système éducatif congolais et les étudiants sortent de l'enseignement supérieur avec des connaissances ou des formations insuffisantes, basées sur la recherche de l'emploi et non sur la créativité, l'innovation et l'entrepreneuriat. En outre, le système éducatif congolais n'encourage guère l'esprit de créativité et d'initiative. Il ne dispense pas les notions nécessaires à la compréhension de la vie des affaires et les élèves ne sont pas suffisamment sensibilisés à l'entrepreneuriat. Les programmes de formation sont souvent taxés d'être théoriques que pratiques et en inadéquation avec la demande des entreprises sur le terrain. L'absence de l'entrepreneuriat dans l'enseignement supérieur fragilise la culture entrepreneuriale chez les jeunes, en les poussant ainsi à être des demandeurs d'emploi plus que créateurs potentiels d'entreprise. Par ailleurs, il n'y a aucune politique d'orientation ni d'informations pour les jeunes diplômés congolais sur la réglementation, les avantages offerts, les droits et les obligations des parties prenantes, les marchés et leur évolution conduit certains créateurs à effectuer des choix qui ne répondent ni à leurs capacités, ni à leurs compétences, etc.

Parmi les freins liés à l'environnement institutionnel et régulateur qui peuvent handicaper la création d'entreprise, selon les enquêtés, on a la fiscalité élevée (53,6%), l'instabilité gouvernementale (51,5%) et le cadre institutionnel et légal insuffisant (36,6%). Par contre, la corruption (1,7%), les formalités complexes et les coûts élevés à la création (0,9%) et la lenteur et lourdeur administratives (0,7%) ont été faiblement cités par nos enquêtés à cause de la mise en place du guichet unique de la création d'entreprise. Ce résultat confirme celui obtenu par [48] qui montre le coût de démarrage d'une entreprise a été considérablement réduit en RDC. Il représente actuellement 30 % du revenu par habitant, soit près de la moitié de la moyenne de l'Afrique subsaharienne, mais 10 fois plus que la moyenne de l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE).

La fiscalité élevée est un obstacle majeur pour les jeunes diplômés qui veulent créer leurs entreprises. Elle se manifeste dans la multitude de taxes et d'impôts. Ce qui décourage l'esprit d'entrepreneuriat des jeunes diplômés congolais et développe le secteur informel. Elle se manifeste au démarrage de l'entreprise.

L'instabilité gouvernementale parmi les obstacles à la création d'entreprise (51,0%). En effet, la RDC a connu une période de forte turbulence politique depuis 1994 caractérisées par des guerres (1996 et 1998) et rébellions dans différentes provinces du pays (2004, 2009, 2012). En effet, les conflits qu'a connus ce pays ont eu un impact énorme sur la stabilité gouvernementale.

L'environnement de la création d'entreprise congolais est caractérisé par une concurrence intense (39,6%) et un contexte économique local défavorable qui se manifeste par des difficultés liées à la conjoncture économique (50,3%). Ce résultat confirme celui obtenu par [5], qui montrent que l'environnement économique est malsain en RDC, ce qui n'encourage pas l'entrepreneuriat des jeunes. En effet, les jeunes entrepreneurs sont confrontés à l'instabilité macroéconomique, qui se manifeste notamment par des taux d'inflation très élevés – souvent à deux chiffres depuis les années 2000 ! – et par la dépréciation de la monnaie nationale, qui entraîne la dollarisation de l'économie.

4.2.3 FREINS OU OBSTACLES LIÉS AU PROJET DE CRÉATION D'ENTREPRISE

Le tableau 3 ci-dessus nous montre quelles sont les difficultés rencontrées lors de la préparation et la mise en œuvre du projet de création d'entreprise.

Tableau 3. Freins liés au projet de création d'entreprise (N=588)

Freins	Fréquence	Pourcentage
Accès difficile au financement	580	98,6
Accès difficile au crédit	543	92,3
Manque de fonds personnels	522	88,8
Difficultés de recrutement de personnel compétent et fiable	70	11,9
Peu ou manque d'équipements	295	50,2
Déficit d'énergie et de l'eau	108	18,4
Médiocrité des infrastructures physiques	98	16,7
Difficultés d'accès aux technologies et aux services Internet	80	13,6
Difficultés dans le développement du produit/service	21	3,6
Absence/insuffisance de services d'appui et d'accompagnement	528	89,8
Difficultés dans la préparation du plan d'affaires	462	78,6
Inadéquation entre le projet et l'individu	223	37,9
Accès difficile aux informations pertinentes	355	60,4

Source: Enquête de terrain

La difficulté d'accès aux financements demeure le plus gros obstacle pour démarrer une entreprise, comme le mentionnent 98,6% des jeunes diplômés congolais enquêtés. En effet, de nombreux jeunes diplômés ne parviennent pas à exécuter leur projet faute de moyens financiers. Ils sont généralement bloqués avec de projets parfois bien élaborés sur papiers. Les jeunes entrepreneurs ou futur entrepreneurs ont du mal à accéder aux financements du système bancaire en raison des procédures contraignantes de garanties mises en place par les banques.

Ce constat rejoint celui des plusieurs études ([1], [2], [5], [9], [20], [24], [26], [30], [35], [37]), qui indiquent que les ressources financières demeurent l'obstacle majeur à la création d'une entreprise des jeunes. Ces résultats rejoignent les conclusions de [49] qui soulignent que le financement demeure la plus importante des contraintes pour la création d'entreprise en Afrique, et celles de [50] qui montrent qu'en Afrique Noire comme au Maghreb, un nombre important de projets s'étouffe au stade embryonnaire. Un tel problème provient du manque de soutien et de moyens à la disposition des candidats entrepreneurs pour mener leur projet à bien. Nos résultats collaborent également avec l'étude de [51] selon laquelle le manque de financement est l'une des principales contraintes à la création de nouvelles entreprises.

La grande majorité de nos enquêtés (92,3%) déclare avoir des difficultés d'accès au crédit durant la création d'entreprises. Cela est dû au manque de structures de financement et aux complications de banques, principalement des procédures contraignantes de garanties mises en place par celles-ci. Or, comme nous pouvons le constater, les jeunes diplômés n'ont pas encore de possessions à donner au banquier pour avoir de garantie personnelle, d'où le blocage. Ainsi, le recours au crédit bancaire par les jeunes entrepreneurs, implique la nécessité de fournir des garanties qui peuvent constituer un frein considérable pour les jeunes créateurs d'entreprises. Du point de vue des banques, les jeunes sont connus pour être peu fiables. Les résultats concordent avec [52] selon lequel le manque de crédibilité financière pour contracter un prêt ainsi que les complications et le coût des procédures administratives entravent le développement de l'esprit d'entreprise chez les jeunes. Dans le même ordre d'idées, l'étude convient avec [53] que les contraintes financières sont les principaux obstacles au développement de l'entrepreneuriat chez les jeunes. En outre, [54] estime que les jeunes sont principalement considérés comme des investissements à risque et sont confrontés à des difficultés d'accès aux fonds en raison d'une sécurité satisfaisante obtenir des prêts et les jeunes ne sont pas susceptibles d'acquérir une expérience commerciale ou des gains d'efficacité d'entreprise que les banques ou les institutions financières considèrent comme essentiels pour évaluer la solvabilité.

Le manque de fonds de démarrage est l'un des problèmes les plus fréquemment cités par les jeunes qui cherchent à créer leur entreprise (88,8%). Ceci est principalement dû au fait que la plupart des jeunes diplômés étaient au chômage, et sont pauvres. Ces résultats concordent avec ceux développés par [11] au Ghana qui démontrent que le manque de capital comme le principal obstacle pour l'entrepreneuriat des jeunes dans les zones rurales du Ghana. Les auteurs [55] observent qu'un grand pourcentage de l'échec des entreprises entrepreneuriales est attribué à un capital insuffisant ou à une pauvreté des ressources.

La plupart des jeunes diplômés n'ont pas d'équipement ou de matériels pour débiter une activité, soit 50,2%. Ceci rend difficile le démarrage de leurs projets. Surtout, lorsque les projets sont à caractère professionnel ou industriel. D'autres enquêtés soulignent le déficit d'énergie et de l'eau dans leurs quartiers et dans les endroits d'installation de leurs entreprises (18,4%), la médiocrité des infrastructures physiques (16,7%), les difficultés d'accès aux technologies et aux services internet par leurs coûts élevés (13,6%) et enfin, les difficultés dans le développement du produit ou service (3,6%).

L'absence de structures d'appui et d'accompagnement des porteurs de projets entrepreneuriaux est un handicap majeur pour les jeunes diplômés en RDC. Or, les compétences en méthodes et conduite de projets sont donc consolidées par un accompagnement émanant des différentes structures d'appui. Ceci est dû au fait que la RDC n'a pas encore développé de telles structures, mais elle a déjà projeté de le faire bientôt dans sa politique d'aide à la création d'entreprise.

La majorité des jeunes diplômés enquêtés éprouvent des difficultés pour planifier leurs projets entrepreneuriaux en rédigeant un business plan (78,6%). Ceci s'explique par trois choses premièrement par la qualité de la formation qu'ils ont eue, deuxièmement par la négligence de rédiger un business plan, et troisièmement par l'absence des services d'appui et d'accompagnement.

Une part importante de jeunes diplômés congolais enquêtés déclarent qu'ils ont des difficultés pour accéder aux informations pertinentes pour la création de leurs entreprises. Ceci peut s'expliquer par l'absence de structure d'appui et d'accompagnement des porteurs des projets entrepreneuriaux et par manque de sites web dédiés aux jeunes pour les informations à caractère entrepreneurial. En outre, les canaux utilisés pour diffuser les informations pertinentes sur les activités entrepreneuriales ne sont pas adaptés avec cette catégorie des personnes. Ces résultats confirment ceux de [36] et [46] qui montrent que les jeunes éprouvent des difficultés de manque d'information suffisante pour créer leur propre entreprise.

5 CONCLUSION

L'étude a été menée afin de déterminer les facteurs spécifiques qui découragent les jeunes diplômés congolais de créer une entreprise, et qui militent contre le développement de l'entrepreneuriat des jeunes en RDC.

Les résultats de notre étude ont révélé qu'il existe divers obstacles qui empêchent les jeunes diplômés en RDC de s'engager dans l'entrepreneuriat. Les plus importants sont: l'accès difficile au financement, l'accès difficile au crédit, le manque d'expérience professionnelle, l'absence ou l'insuffisance d'appui et d'accompagnement, le manque de fonds personnels, les programmes d'éducation et de formation insuffisants, les difficultés dans la préparation d'un plan d'affaires, l'absence ou la faible culture entrepreneuriale, l'absence d'une politique d'orientation et d'information, le manque de compétences et de connaissances en entrepreneuriat, le réseau de contacts peu étendu, la fiscalité élevée, l'instabilité gouvernementale, le manque ou l'insuffisance d'équipements, la concurrence intense, les difficultés d'accès aux informations pertinentes des activités entrepreneuriales, le contexte économique défavorable, l'inadéquation entre individu et projet, la discrimination du fait du jeune âge.

La lutte contre ces freins peut aider à encourager la concrétisation des projets entrepreneuriaux par la création d'entreprise par les jeunes diplômés à travers: une éducation entrepreneuriale (en insérant l'entrepreneuriat dans le système éducatif et dans le centre de formation), un appui technique et à l'accompagnement des porteurs de projets, des informations pertinentes à la création d'entreprise aux jeunes diplômés, une réduction des barrières financières, une valorisation de l'entrepreneuriat dans la culture congolaise, une mise en place des réseaux d'accompagnement liés au projet entrepreneurial, de la création d'espaces éducatifs, un renforcement d'activités destinées à la sensibilisation entrepreneuriale chez les jeunes congolais, un renforcement des capacités des universités congolaises pouvant offrir des programmes de formation adaptés aux contextes sociaux locaux, etc. De plus, le gouvernement, les organisations non-gouvernementales et les institutions financières privées telles que les banques devraient fournir un soutien continu pour motiver les jeunes entrepreneurs à toutes les étapes du développement de leur entreprise. L'aide ne doit pas se limiter à mettre à leur disposition des ressources financières, mais doit également inclure le mentorat pour leur permettre de développer de nouvelles compétences entrepreneuriales. Par ailleurs, les pouvoirs publics doivent lever les obstacles qui se dressent face aux entreprises du secteur formel, tout en améliorant les conditions pour le secteur informel. Aussi, ils doivent faire la promotion de l'entrepreneuriat, dont celle agricole, qui peut être une source stable d'emploi dans les économies fortement dépendantes de l'agriculture à court et moyen terme.

Pour terminer, nous disons que les jeunes rencontrent de nombreuses difficultés lors de la création d'entreprise. Notre recherche s'intéresse seulement aux difficultés liées à la création d'entreprise. Les études ultérieures peuvent s'intéresser à comprendre et à expliquer les difficultés que connaissent les jeunes diplômés une fois qu'ils ont créés leurs entreprises.

REFERENCES

- [1] F.J. Akpa, La jeunesse africaine face à l'entrepreneuriat: enjeux et défis. ResearchGate, 2019. [Online] Available: <https://www.researchgate.net/publication/335146553>, (January 20, 2020).
- [2] Brahmi Halima et Jellali Majida, Freins et motivations des jeunes entrepreneurs tunisiens: une étude exploratoire. International Journal of Economics & Strategic Management of Business Process (ESMB), Vol.6, pp.1-5, 2016.
- [3] OCDE/Union européenne, Synthèse sur l'entrepreneuriat des jeunes. L'activité entrepreneuriale en Europe, Office des publications de l'Union européenne, 2012.
- [4] J. Jakubczak, Youth entrepreneurship barriers and role of education in their overcoming –Pilot study. Management, Knowledge and Learning, Technology, Innovation and Industrial Management, Joint International Conference, Bari, Italie, 2015.

- [5] T. Dzaka-Kikouta, J.Kamavuako-Diwavova X. Bitemo Ndiwulu, F.Makiese Ndoma J.P.Manika Manzongani et V. Masamba Lulendo, L'entrepreneuriat Des Jeunes Africains Francophones Dans La République Du Congo Et Dans La République Démocratique Du Congo: enjeux et perspectives. Rapport de projet OFE-RP no.3, Observatoire de la Francophonie économique (OFE) de l'Université de Montréal, 2020.
- [6] U. Schoof, Stimulating youth entrepreneurship: Barriers and incentives to enterprise start-ups by young people, SEED working paper n° 76, Series on Youth and Entrepreneurship, International Labour Organization, Geneva, 2006.
- [7] J., Kew, J., Herrington, M., Litovsky, Y. and H. Gale, Generation Entrepreneur? The State of Global Youth Entrepreneurship. Global Entrepreneurship Monitor (GEM) and Youth Business International (YBI), London, 2013.
- [8] African Economic Outlooks (2012) cité par Sintayehu Shibru, Challenges and Opportunities Facing Youth Entrepreneurs in Ethiopia: A Review Paper. Research on Humanities and Social Sciences, Vol.7, n°7, pp.58-64, 2018.
- [9] N. Thobile Radebe, The Challenges/Barriers Preventing the South African Youth in Becoming Entrepreneurs: South African Overview. Journal of Economics and Behavioral Studies, Vol. 11, n° 4, pp. 61-70, 2019.
- [10] S. Dzisi, Youth entrepreneurship: Investigating obstacles to youth enterprise creation and development. International Journal of Economics, Commerce and Management, Vol.2, n°7, pp. 1-21, 2014.
- [11] G.O. Boateng, A.A. Boateng, et H.S. Bampoe, (2014). Barriers to youth entrepreneurship in rural areas of Ghana. Global Journal of Business Research, Vol.8, n°3, pp.109-119, 2014.
- [12] A. Fayolle, D'une approche typologique de l'entrepreneuriat chez les ingénieurs à la reconstruction d'itinéraires d'ingénieurs entrepreneurs. Revue de l'Entrepreneuriat, Vol. 1, n°1, pp. 77-97, 2001.
- [13] A. Ayadi et J. Arlotto, Evaluer la portée des concours pédagogiques à la création d'entreprises: le cas d'une TPE issue du Challenge Projets d'Entreprendre®. Actes de la 7ème Conférence Internationale Francophone sur les PME (CIFPME), 27-28 et 29 octobre 2004, Montpellier, France.
- [14] J. Arlotto, A. Ayadi et J.M. Sahut, L'incubation d'entreprises innovantes comme stratégie de développement des Parcs Scientifiques et Techniques. 3ème Congrès de l'Académie de l'Entrepreneuriat, 30 mars-1er avril 2004, Lyon, France.
- [15] H. Bouchikhi, A constructivist framework for understanding entrepreneurship performance. Organization Studies, Vol.14, n°4, pp. 549-570, 1993.
- [16] A. Fayolle, Entrepreneuriat et processus: faire du processus un objet de recherche et mieux prendre en compte la dimension processus dans les recherches. 7ème CIFPME, Montpellier, 27-29 octobre, 2004.
- [17] R. Slitine et A. Barthelemy, Etude sur les facteurs clés de succès et obstacles à la création d'entreprises sociales. Institut de l'Innovation et de l'Entrepreneuriat Social de l'ESSEC, 2010.
- [18] CNUCED (Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement), L'entrepreneuriat et le renforcement des capacités productives: créer des emplois grâce au développement des entreprises. Note du secrétariat de la CNUCED. TD/B/C.II/24, Genève, 2014.
- [19] G. Krauss, L'échec dans la culture entrepreneuriale. Regards croisés sur l'économie, Vol.19, n°2, pp.117-129, 2016.
- [20] S. Laghzaoui, K. Haoudi, M. Sliman, J.J. Decossa et S. El Otmami, L'entrepreneuriat des jeunes au Maroc: freins et motivations. Documents de Recherche de L'observatoire de La Francophonie Économique – DROFE N°6, Observatoire de la Francophonie économique de l'Université de Montréal, Montréal, 2020.
- [21] Sonda Ben Taher Gheryaani et Younes Boujelbène, Les Barrières à la Création ex-nihilo d'Entreprises par les nouveaux diplômés. International Journal of Economics & Strategic Management of Business Process, 3rd International Conference on Innovation and Engineering Management (IEM-2015), 17-26, 2015.
- [22] M. Binkkour et A. Messaoudi, Financer et promouvoir l'entrepreneuriat en Afrique. La promotion de l'entrepreneuriat au Maroc: rôle de l'Etat et perception des entrepreneurs, In Issouf Soumaré, Pierre Yourougou et Peter Koveos, Acte de colloque / proceedings. Business and Entrepreneurship in Africa, Canada, 2012.
- [23] D. Halabisky, "Entrepreneurial Activities in Europe – Youth Entrepreneurship", OECD Employment Policy Papers No 1, Paris, OECD Publishing, 2012.
- [24] F.J. Chigunta, Youth Entrepreneurship: Meeting the Key Policy Challenge, Wolfson College, Oxford University, 2002.
- [25] M. Sabri, Les Déterminants de l'entrepreneuriat chez les Jeunes, Journal of Business and Management (IOSR-JBM), Vol.19, n°12, pp. 7-17, 2017.
- [26] M. Boussetta, Entrepreneuriat des Jeunes et Développement de l'Esprit d'Entreprise au Maroc : l'Expérience de Moukawalati, Rapport de Recherche du Fonds de Recherche sur le Climat d'investissement et l'Environnement des Affaires N° 54/13 (FR-CIEA) Dakar, 2013.
- [27] S. Jabraoui et A. Boulahoual, «Les facteurs déterminants du succès de l'entrepreneuriat au Maroc: cas de la région de Casablanca», Colloque International de la Prospective sous le thème «Entrepreneuriat: vers un Maroc Entrepreneurial», Casablanca, 24 et 25 Novembre 2016.
- [28] S. Yalcin et H. Kapu, H. Entrepreneurial Dimensions in Transitional Economies: A Review of Relevant Literature and the Case of Kyrgyzstan. Journal of Developmental Entrepreneurship, Vol. 13, n°2, pp. 185-204, 2008.
- [29] I. Baptiste, Dépasser les difficultés et créer malgré tout. Cahiers de l'action, Vol. 41, n°1, pp. 43-52, 2014.

- [30] D. Blanchflower et A. Oswald, What Makes a Young Entrepreneur? IZA Working paper, 2007.
- [31] T. Dzaka, et M. Milandou, L'entrepreneuriat congolais à l'épreuve des pouvoirs magiques. Une face cachée de la gestion culturelle du risque ? Politique africaine, pp. 108–118, 1994.
- [32] R. Devauges, L'oncle, le ndoki et l'entrepreneur, Paris, ORSTOM, 1977.
- [33] Hamitouché Siham et Kherbachi Hamid, Obstacles à la Création et la Pérennité des PME/TPE dans la wilaya de Bouira, MÂAREF Revue académique, Volume 22, pp. 36-54, 2017.
- [34] L. Nkouka-Safoulani, C. Zamo-Akono, et X. Bitemo-Ndiwulu, PME et Innovation: une analyse comparative entre le Cameroun, le Congo et la RDC, Rapport de Recherche du FR-CIEA, N° 67/13, 2013.
- [35] Z. Gheorghe, V. Vasile et A. Cristea, Outstanding Aspects of Sustainable Development and Competitiveness Challenges for Entrepreneurship in Romania, Procedia Economics and Finance, 3: pp. 12-17, 2012.
- [36] A. Jafarnejad, M.A. Abbaszadeh, M. Ebrahimi et S. M. Abtahi, Analysis of barriers to entrepreneurship in Small and Medium-sized Enterprises (SMEs). International journal of academic research in economics and management sciences. Vol.2, n°4, 207, 2013.
- [37] N. Oumou Deffa Kane, Tahirou Sy, Pauligard Ntep Massing et L. Liboudou, Les Déterminants de l'Entrepreneuriat des Jeunes en Afrique de l'Ouest: Le Cas de la Mauritanie et du Sénégal. Rapport de Recherche du FR-CIEA, N° 81/14, 2014.
- [38] S. Haddad, Processus de création des entreprises innovantes en Tunisie: résultats d'une étude exploratoire. Revue internationale P.M.E., Vol.26, n°1, pp.13–44, 2013.
- [39] A. Sears, Barriers to Entry: Entrepreneurship among the Youth in Dandora, Kenya. Student Research Papers, n°2012-6, USA, Notre Dame Law School, Indiana, 2012.
- [40] P. Albert, L'essence des nouvelles entreprises technologiques, In M. Bernasconi et M. Monsted (Eds.), Les Start-ups High-tech: Création et développement des entreprises technologiques, Paris, Dunod, pp. 59-75, 2000.
- [41] C. Borges, L.J. Fillion, et G. Simard, Le parcours des créateurs d'entreprises technologiques: de l'idée d'affaires au seuil de rentabilité, Cahier de recherche n°2006-10, Montréal, HEC, 2006.
- [42] Benavent, C. et Verstaete, T., Entrepreneuriat et NTIC- Construction et régénération du business-model", dans T. Verstraete (dir.), Histoire d'entreprendre. Les réalités de l'entrepreneuriat, Caen, Éditions EMS, pp.89-104, 2000.
- [43] Cecil A.L. Pearson et Sandra DAFF, Female Indigenous Entrepreneurship in Remote Communities in Northern Australia, Information Management and Business Review, Vol.6, n°6, p.329, 2014.
- [44] Roy, TODD, Roy, Young Urban Aboriginal Women Entrepreneurs: Social Capital, Complex Transitions and Community Support, British Journal of Canadian Studies, 25, 1, pp. 1-19, 2012.
- [45] A. Guclu, G. Dees et B.B. Anderson, The Process of Social Entrepreneurship: Creating Opportunities Worthy of Serious Pursuit. Center of the advancement of social Entrepreneurship, Version (A) 10/24/02, 2002.
- [46] N. Kvedaraite, Experience of students of Lithuanian higher education institutions. Management, Vol.19, n°1, pp.1-16, 2014.
- [47] A. Malaj et P. Dollani, Youth entrepreneurship barriers. Albanian Youth, case study. Global Scientific Journal, Vol.6, n°2, pp.141-152, 2018.
- [48] Banque Mondiale (2019). Autopsie des écosystèmes des micros, petites et moyennes entreprises en République Démocratique du Congo: Analyse basée sur les données de Kinshasa, Lubumbashi, Matadi et Goma. Washington, D.C.: World Bank Group.
- [49] Mayoukou C., Le financement de la création des PME.-PMI au Congo. In C. Albagli C. et Henault G. (Eds.), La création d'entreprise en Afrique, Vanves, EDIGEF/AUPELF, 1996.
- [50] C. Albagli et G.M. Hénault (Eds.), La création d'entreprise en Afrique, Vanves, EDIGEF/AUPELF, 1996.
- [51] R. Atieno, Linkages, access to finance and the performance of small-scale enterprises in Kenya. Journal of Accounting and Business Research, Vol.3, n°1, pp.33-48, 2009.
- [52] F. Rahmawati, A. Hasyati et H.L. Yusran, The obstacles to be Young Entrepreneur. The 2012 International Conference on Business and Management, 6 -7 September 2012, Phuket – Thailand, 462-472.
- [53] M.B. Gorji et O. Rahimian, O., The study of barriers to entrepreneurship in men and women. Australian Journal of Business and Management Research, Vol.1, n°9, pp.31-36, 2011.
- [54] P. Moog, Good practice in der entrepreneurship-Ausbildung – Versuche eines internationalen vergleichs, studien erstellt für den forderkreis für Grundlagsforschung (FGF), Bonn, 2005.
- [55] M., Pretorius et G. Shaw, Business plan in bank-decision making when financing new ventures in South Africa. South African Journal of Economics and Management Sciences, Vol.9, n°2, pp.221-242, 2004.

Effet de *Jatropha curcas* sur les propriétés physiques et chimiques des sols dans la zone sud-soudanienne du Burkina Faso

[Effect of *Jatropha curcas* on the physical and chemical properties of soils in the South Sudan area of Burkina Faso]

Pascal Bazongo¹, Bassiaka Ouattara¹, Karim Traore², and Ouola Traore²

¹Université de Fada N’Gourma (U-FDG), Ecole Supérieure d’Ingénierie (ESI), BP: 54 Fada N’Gourma, Burkina Faso

²Institut de l’Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Programme Gestion des Ressources Naturelles et Système de Production (GRN, SP), INERA-Farako-Ba, Laboratoire Sol Eau Plante, BP 910 Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

Copyright © 2021 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 Burkina Faso, agriculture is the basis of the country's social and economic development. In the wake of the oil crisis of the 2000s, *Jatropha curcas* has generated renewed interest from stakeholders in biofuel production and its use to mitigate the effects of climate change. Despite this certain enthusiasm, very little work has been done on the cultivation of *Jatropha curcas*. It is within this framework that this research work is part of which the overall objective is to study the impact of *Jatropha curcas* on the physical and chemical properties of soils in the South Sudan area of Burkina Faso. To do this, an activity was carried out on the establishment of an assessment system in farmers' plantations in the villages of Torokoro and Tin in order to collect information on the impact of the plant on soil properties. The results of the study indicate that the soils are richer in nutrients under the crown of *Jatropha curcas*. The plant improves the soil's carbon content by 17 to 21% compared to the *Jatropha*-free field. The cultivation of *Jatropha curcas* could therefore be considered to combat land degradation in the South Sudan area.

KEYWORDS: Biofuel, climate changes, soils, *Jatropha curcas*, Burkina Faso.

RESUME: Au Burkina Faso, l’agriculture représente la base du développement social et économique du pays. A la faveur de la crise pétrolière des années 2000, le *Jatropha curcas* a suscité un regain d’intérêt de la part des acteurs pour la production de biocarburant et son utilisation pour atténuer les effets des changements climatiques. Malgré cet engouement certain, très peu de travaux ont été menés sur la culture de *Jatropha curcas*. C’est dans ce cadre que s’inscrit ce travail de recherche dont l’objectif global est d’étudier l’impact *Jatropha curcas* sur les propriétés physiques et chimiques des sols la zone sud-soudanienne du Burkina Faso. Pour ce faire, une activité a été menée sur la mise en place d’un dispositif d’évaluation dans des plantations en milieu paysan dans les villages de Torokoro et Tin en vue de collecter des informations sur l’impact de la plante sur les propriétés des sols. Les résultats de l’étude indiquent que les sols sont plus riches en éléments nutritifs sous houpier de *Jatropha curcas*. La plante améliore la teneur du sol en carbone de 17 à 21% par rapport au champ sans *Jatropha*. La culture de *Jatropha curcas* pourrait donc être envisagée pour lutter contre la dégradation des terres en zone sud-soudanienne.

MOTS-CLEFS: Biocarburant, changements climatiques, sols, *Jatropha curcas*, Burkina Faso.

1 INTRODUCTION

En Afrique de l’Ouest, les pays de l’Union Economique et Monétaire Ouest-Africaine (UEMOA) ont fait de la promotion des agro-carburants, un enjeu majeur de leur politique environnementale, économique, agricole et énergétique. Au Burkina Faso,

le choix des espèces végétales productrices de carburant s'est porté sur *Jatropha curcas*. Le principal avantage de *Jatropha curcas* est sa capacité à croître sur les terres semi-arides où l'agriculture traditionnelle est dédiée à l'alimentation (Achten *et al.*, 2010). Il pourrait permettre la récupération et la protection des sols contre la dégradation et améliorer le niveau de la sécurité alimentaire (2008; Sreedevi *et al.*, 2009). Cette plante a la capacité de pousser sur des terres marginales (Paramathma *et al.*, 2007), de lutter contre l'érosion et de réhabiliter les terres peu fertiles (Blind *et al.*, 2008). De nombreuses études ont ainsi montré les effets positifs de la plante sur les propriétés du sol (Reubens *et al.*, 2010). Cependant, les connaissances liées à l'impact de la culture du *Jatropha curcas* sur les sols restent limitées (Assigbetse *et al.*, 2011) et sa culture suscite de vives polémiques (Audouin *et al.*, 2013). Compte tenu des substances toxiques qu'il produit (Paramathma *et al.*, 2007), le *Jatropha curcas* ne peut-il pas impacter négativement les propriétés physiques et chimiques du sol? Ainsi, des interrogations subsistent sur les conséquences réelles de la culture du *Jatropha curcas* sur les propriétés physiques et chimiques des sols. C'est pour répondre à ces interrogations que cette étude a été initiée dans l'objectif de contribuer à une meilleure connaissance des effets du *Jatropha curcas* sur les propriétés des sols.

2 MATERIEL ET METHODES

L'étude a été réalisée de 2013 à 2014 sur les sites de Tin et de Torokoro dans la zone sud-soudanienne du Burkina. Le choix de ces terroirs tient au fait qu'ils ont bénéficié des actions antérieures de vulgarisation par des promoteurs de *Jatropha curcas* (APROJER et Genèse). Les parcelles de *Jatropha* ont été retenues en fonction de l'âge de la plantation. Deux (02) tranches d'âges de plantations ont été retenues: les plantations de deux (02) ans et celles de six (06) ans. Selon des études antérieures (Gokhale, 2008), ces âges correspondent approximativement au début de la production et à la phase de pleine production.

2.1 TERROIR DE TIN

Le terroir de Tin est situé à environ 15 km au nord de Orodara, entre 11°08' de latitude Nord, 04° 97' de longitude Ouest et 459 m d'altitude (Bazongo, 2011). Le climat du site est du type sud-soudanien avec une pluviosité annuelle qui oscille entre 900 et 1200 mm. La végétation est composée de formations mixtes forestières et graminéennes comprenant des savanes et des forêts claires (Fontès et Guinko, 1995). Les principaux types de sols rencontrés dans ce site sont les sols ferralitiques faiblement désaturés, remaniés caractérisés par la présence de quartz, d'argile kaolinitique et de fer (FAO, 1998).

2.2 TERROIR DE TOROKORO

Le terroir de Torokoro est situé à 14 km de Mangodara et à 84 km de Banfora, entre 4°20' - 4°30' de longitude Ouest et 9°59'-10°05' de latitude Nord et 297 m d'altitude (Youl, 2009). Le climat du site est du type sud-soudanien avec des températures annuelles moyennes se situant entre 27 et 28 °C. La zone reçoit une pluviosité annuelle allant de 900 à 1200 mm. Le couvert végétal est une formation mixte ligneuse et herbeuse comprenant des savanes et des forêts claires (Botoni *et al.*, 2003). Les sols sont surtout de type ferrugineux tropical lessivé sur les versants (BUNASOLS, 1989).

Le matériel végétal, constitué de plants de *Jatropha curcas* âgés de 2 ans et 6 ans.

2.3 DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Sur chaque site, deux (02) producteurs ont été retenus. Le dispositif expérimental est en blocs de Fisher comportant trois blocs. Chaque bloc est subdivisé en deux (2) sous-parcelles correspondant aux 2 traitements suivants: une (01) parcelle de plantation de *Jatropha curcas* et une (1) parcelle en jachère utilisée comme témoin. Dans chaque sous-parcelle, trois (03) placettes de 400 m² (20 m x 20 m) ont été délimitées pour la collecte des données. Les facteurs étudiés sont l'âge de la plantation et la distance de prélèvement du sol par rapport au houppier du *Jatropha curcas*.

2.4 COLLECTE DES DONNEES

Les prélèvements de sols ont été effectués avant la saison des pluies. Dans chaque bloc, trois (03) pieds de *Jatropha curcas* ont été choisis de façon aléatoire et les échantillons de sol prélevés en trois (03) points distincts: D0 = sous le houppier, D1 = 1 m du houppier et D2 = 2 m du houppier de *Jatropha curcas*. Au total, trente (30) échantillons composites ont été constitués pour chaque parcelle, dont trois (03) échantillons témoins. Pour les deux (02) sites, ce sont cent-vingt (120) échantillons de sol qui ont été constitués. Les prélèvements ont été effectués sur la profondeur 0-20 cm, qui correspond généralement à la couche des sols travaillée en zone tropicale (Feller, 1995).

2.5 ANALYSES DE LABORATOIRE

2.5.1 DETERMINATION DES PARAMETRES PHYSIQUES DU SOL

L'analyse granulométrique en trois fractions (argiles, sables, limons) a été déterminée en utilisant la méthode internationale adaptée à la pipette Robinson (BUNASOLS, 1987).

2.5.2 DETERMINATION DES PARAMETRES CHIMIQUES

Les analyses ont concerné le phosphore assimilable, le carbone organique (C) et l'azote total (N). Elles ont été réalisées au Laboratoire Sol-Eau-Plante de l'INERA. La teneur en carbone organique a été déterminée selon la méthode de Walkley et Black (1934). La teneur en matière organique a été déterminée à partir de la teneur en carbone organique, en utilisant le coefficient multiplicateur de 1,724 (Keeney et Nelson, 1982). La détermination de l'azote total (Nt): les échantillons sont digérés dans un mélange d'acide sulfurique, de sélénium et d'eau oxygénée ($\text{H}_2\text{SO}_4\text{-Se-H}_2\text{O}_2$) à 450°C pendant 4h, selon la méthode de Walinga *et al.*, (1995). Le phosphore assimilable a été extrait selon la méthode de Bray-1 (Bray et Kurtz, 1945).

2.6 ANALYSE STATISTIQUE

Les données des deux sites ont été assemblées pour une analyse statistique. Les données recueillies ont été saisies avec le logiciel Excel et analysées à l'aide du logiciel XLSTAT- PRO, version 7.5.2 (2007). Les moyennes ont été comparées en utilisant le test de Newman-Keuls au seuil de probabilité de 5%, pour vérifier l'existence de différences significatives. Le test de la corrélation de Pearson a été utilisé pour déterminer les relations entre les variables mesurées.

3 RESULTATS

3.1 EFFET DE JATROPHA CURCAS SUR LES PROPRIETES PHYSIQUES DES SOLS

Le Tableau 1 donne la composition granulométrique des sols sous culture de *Jatropha curcas*. Quel que soit l'âge de la parcelle, les taux d'argile, de limons et de sables fins baissent au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la haie de *Jatropha curcas*. Par contre, l'effet inverse est observé avec les taux de limons et de sables grossiers, qui augmentent jusqu'à 2 m du houppier. Toutefois, les textures des sols prélevés à 0m (D0), 1 m (D1) et 2 m (D2) du houppier des arbustes de *Jatropha curcas* ne sont pas significativement différentes et ce, aussi bien pour les plantes de 2 ans que pour celles de 6 ans. Contrairement à ce que l'on peut observer dans les plantations de *Jatropha curcas*, les taux d'argile, de limons et de sables fins sont légèrement plus élevés dans le sol témoin, comparativement à ceux des sols prélevés sous le houppier, et ce, jusqu'à 2 m de la haie de *Jatropha curcas*.

Tableau 1. Composition granulométrique du sol sous culture de *Jatropha curcas*

Age des plantes	Distance de prélèvement	Argile (%)	Limons Fins (%)	Limons Grossiers (%)	Sables Fins (%)	Sables Grossiers (%)
2 ans	0 m	8,19a±2,12	5,91a±1,42	5,89a±1,23	32,06a±2,99	45,39a±6,15
	1 m	8,06a±3,04	5,83a±1,43	6,18a±1,32	31,91a±2,83	45,82a±5,69
	2 m	7,44a±3,62	5,71a±1,22	6,51a±1,61	31,43a±3,22	46,36a±5,83
	Témoin	11,40a±1,14	8,49a±0,01	5,38a±1,48	32,85a±2,17	43,94a±1,58
	Probabilité	0,989	0,971	0,979	0,944	0,987
Signification		NS	NS	NS	NS	NS
6 ans	0 m	8,84a±1,19	8,42a±0,03	9,24a±0,17	31,59a±3,05	35,15a±4,4
	1 m	8,76a±0,11	8,36a±0,72	9,39a±0,95	31,49a±4,24	38,64a±5,29
	2 m	8,21a±0,04	8,24a±0,35	9,69a±0,14	31,43a±3,4	39,03a±4,13
	Témoin	7,73a±1,42	7,31a±0,78	9,11a±0,03	21,98a±2,85	38,82a±0,69
	Probabilité	0,397	0,532	0,583	0,968	0,136
Signification		NS	NS	NS	NS	NS

Les données portant la même lettre dans chaque colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5% selon le test de Newman et Keuls.

3.2 EFFET DE JATROPHA CURCAS SUR LES PROPRIETES CHIMIQUES DES SOLS

Les résultats présentés dans le Tableau II montrent une baisse de la teneur des éléments chimiques au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la haie. On n'observe aucune différence entre le sol de la parcelle témoin et celui des parcelles de *Jatropha curcas* pour ce qui concerne les teneurs en azote, en potassium et ce, quels que soient l'âge des plantes de *Jatropha curcas* et la distance de prélèvement du sol. Les taux d'azote et de potassium des sols témoins sans *Jatropha curcas* sont équivalents à ceux des sols prélevés sous le houppier de *Jatropha curcas*. On observe par contre des différences significatives entre la parcelle témoin et les parcelles de *Jatropha curcas*, pour les valeurs de C organique et de P assimilable suivant la distance de prélèvement du sol par rapport au houppier.

Le taux de carbone organique des sols issus des plantations de 6 ans a une valeur supérieure de 23% par rapport à celle des sols prélevés dans les plantations de *Jatropha curcas* de 2 ans. On observe une baisse du taux de carbone organique du sol au fur et à mesure que l'on s'éloigne du houppier. Par rapport à la valeur du C organique obtenue dans le sol prélevé sous le houppier, cette baisse est de 18% pour le sol prélevé à 1 m du houppier et de 22% pour le sol prélevé à 2 m du houppier dans la plantation de *Jatropha curcas* de 2 ans. La même tendance est observée dans les plantations de *Jatropha curcas* de 6 ans, avec une baisse du taux de carbone organique des sols au fur et à mesure que l'on s'éloigne du houppier. La baisse du taux de carbone organique du sol par rapport au taux de carbone observé sous houppier (D0) est de 22% pour le sol prélevé à 1 m du houppier (D1), et de 25% pour le sol prélevé à 2 m du houppier (D2). Le taux de carbone organique de la parcelle témoin est plus élevé comparativement à celui des parcelles sous *Jatropha curcas* de 2 ans, alors qu'il est de 30% plus bas par rapport à celui observé dans les sols sous plantation de *Jatropha curcas* de 6 ans. Il n'y a pas de différence significative entre le sol issu de la parcelle témoin et le sol provenant des parcelles de *Jatropha curcas* pour le taux d'azote, et ce, quelle que soit la distance de prélèvement du sol dans les parcelles de *Jatropha curcas*.

Dans les plantations de *Jatropha curcas* de 2 ans, la teneur du sol en phosphore assimilable est proportionnelle à la distance de prélèvement du sol sous houppier. Par rapport à la teneur en P assimilable observée dans le sol prélevé sous le houppier, la teneur du sol prélevé à 1m du houppier augmente de 3% et celle du sol prélevé à 2 m augmente de 4%. Par contre, la tendance inverse est observée dans les sols des plantations âgées de 6 ans, où la teneur du sol en phosphore assimilable baisse de 23% pour le sol prélevé à 1 m du houppier (D1) et de 24% pour le sol prélevé à 2 m du houppier (D2). La teneur en phosphore assimilable dans le sol sous houppier de *Jatropha curcas* a une valeur de 2% plus faible par rapport à celle observée dans le sol témoin pour la plantation de *Jatropha curcas* de 2 ans. On observe une tendance inverse dans les sols des plantations de *Jatropha curcas* de 6 ans, où la teneur en phosphore assimilable a une valeur supérieure de 28% pour le sol prélevé sous houppier de *Jatropha curcas* par rapport à celle du sol témoin. La valeur moyenne de la teneur en phosphore assimilable du sol est plus élevée dans la plantation de *Jatropha curcas* de 6 ans ($1,65 \text{ mg.kg}^{-1}$) comparativement à celle observée dans la plantation de *Jatropha curcas* de 2 ans ($1,57 \text{ mg.kg}^{-1}$).

Tableau 2. Caractéristiques chimiques des sols sous culture de *Jatropha curcas*

Age des plantes	Distance de prélèvement	Carbone (%)	N (%)	P_assimilable $\text{mg.kg}^{-1}\text{sol}$
2 ans	0 m	$0,50^b \pm 0,07$	$0,05^a \pm 0,01$	$1,53^a \pm 0,36$
	1 m	$0,41^{ab} \pm 0,12$	$0,04^a \pm 0,01$	$1,58^a \pm 0,59$
	2 m	$0,39^{ab} \pm 0,14$	$0,04^a \pm 0,02$	$1,61^a \pm 1,70$
	Témoin	$0,80^a \pm 0,11$	$0,05^a \pm 0,01$	$1,56^a \pm 0,13$
	Pr>F	0,014	0,112	0,111
Signification		S	NS	NS
6 ans	0 m	$0,67^a \pm 0,11$	$0,05^a \pm 0,02$	$1,96^a \pm 0,11$
	1 m	$0,52^b \pm 0,10$	$0,05^a \pm 0,01$	$1,51^b \pm 0,08$
	2 m	$0,50^b \pm 0,16$	$0,05^a \pm 0,01$	$1,49^b \pm 0,17$
	Témoin	$0,47^b \pm 0,04$	$0,05^a \pm 0,02$	$1,42^b \pm 0,42$
	Pr>F	0,016	0,440	0,018
Signification		S	NS	S

Les données portant la même lettre dans la colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5% selon le test de Newman et Keuls. pH= Potentiel d'Hydrogène, N= Azote, K= Potassium, P Ass= Phosphore Assimilable, HS=Hautement significatif, S=Significatif, NS=Non significatif.

3.3 CORRELATIONS ENTRE LES PROPRIETES CHIMIQUES ET PHYSIQUES DES SOLS SOUS PLANTATIONS DE *JATROPHA CURCAS*

Les résultats montrent des corrélations positives entre certains paramètres chimiques et granulométriques des sols (Tableau III). Le carbone organique est fortement et positivement corrélé à l'argile ($r^2 = 0,973$), aux limons fins ($r^2 = 0,967$) et aux limons grossiers ($r^2 = 0,694$). Par contre, le carbone organique est négativement corrélé aux sables fins ($r^2 = -0,494$) et aux sables grossiers ($r^2 = -0,678$). L'azote est positivement corrélé à l'argile ($r^2 = 0,829$) et aux limons fins ($r^2 = 0,793$). On note que le phosphore assimilable est positivement corrélé à l'argile ($r^2 = 0,834$) et aux limons fins ($r^2 = 0,804$). Les sables fins sont négativement corrélés à l'azote ($r^2 = -0,683$) et au phosphore assimilable ($r^2 = -0,648$).

Tableau 3. Coefficients de corrélation entre les paramètres chimiques et physiques des sols

Granulométrie	C organique	N total	P ass
Argile	0,973	0,829	0,834
Limons fins	0,967	0,793	0,804
Limons grossiers	0,694	0,096	0,163
Sables fins	-0,494	-0,683	-0,648
Sables grossiers	-0,678	-0,203	-0,260

C organique: Carbone organique, *N total*: Azote total, *P Ass*: Phosphore Assimilable

4 DISCUSSION

4.1 PROPRIETES PHYSIQUES DES SOLS SOUS CULTURE DE *JATROPHA CURCAS*

L'analyse granulométrique n'a montré aucune différence significative entre les sols prélevés dans la parcelle témoin et ceux prélevés à différentes distances du houppier de *Jatropha curcas*. Le fait que les plantations soient jeunes ne permet pas de percevoir pour le moment, les signes d'une modification notable de la texture du sol sur les horizons de surface. Les teneurs en terre fine (argiles, limons et sable) diminuent au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la haie. Les taux d'argile et de terre fines ont plus élevés sous houppier de *Jatropha curcas* et dans les couches superficielles du sol. Cela pourrait être lié à l'accumulation de la terre fine sous la haie qui joue un rôle de barrière physique. Yaméogo (2012) a conclu que ceci était probablement dû d'une part, à la nature du substratum géologique plus favorable à la production de cette fraction qu'à la formation des argiles et, d'autre part, à la pluviosité élevée qui favorise le lessivage des argiles. L'érosion hydrique latérale faible sous les houppiers des ligneux pourrait réduire sensiblement l'effet de battance et l'érosion sélective (Traoré *et al.*, 2007). Ces processus pourraient être à l'origine du phénomène de rétention des particules fines sous houppier. En outre, les résultats des travaux de Sanogo (2014) ont montré que l'humidité est plus élevée sous houppier de *Jatropha curcas*, et cela pourrait favoriser l'accumulation des terres fines sous son houppier. Nos résultats rejoignent ceux de Reubens *et al.* (2010), qui ont évoqué la légère prédominance de terre fine sous houppier de *Jatropha curcas*. Une tendance similaire a été observée sur un transect allant du Nord au Sud du Burkina Faso et renfermant les espèces du genre *Piliostigma* (Yélémo 2013) avec une légère prédominance du taux d'argile et de limons fins sous houppier. A l'Est du Burkina Faso, en présence de vertisols, l'étude de Traoré *et al.*, (2007) a montré que le taux d'argile était important sous couvert d'*Acacia*. Par contre, les taux de limons et de sables grossiers augmentent avec la distance de prélèvement du sol par rapport au houppier, et ce, quel que soit l'âge de la plantation. Les fortes valeurs mesurées hors houppier de *Jatropha curcas* pourraient être dues à la taille des particules qui ne favorise pas leur mobilité. Selon Soulama (2008), on doit alors considérer que la fraction grossière diminue la capacité nutritive du sol en réduisant le volume de terre fine mise à la disposition des végétaux. Toutefois, les sols des sites sont généralement de textures sablo-limoneuse et gravillonnaire. La teneur en terre fine est plus élevée dans le sol témoin comparativement à la teneur observée dans le sol sous culture de *Jatropha curcas*. Cela pourrait être lié à la densité du couvert végétal des sites qui constitue une barrière contre l'érosion et par conséquent pourrait retenir les éléments fins. Cette densité a probablement contribué à réduire la vitesse de l'eau de ruissellement et par conséquent, l'érosion hydrique, ce qui pourrait expliquer la rétention et l'accumulation des éléments fins. Une tendance similaire a été observée sur le site de Torokoro avec les espèces du genre *Andropogon* dans une jachère proche de la plantation de *Jatropha curcas* (Sanogo, 2014). En effet, cet auteur a montré que cette graminée bloque la terre fine et la stabilise sur les horizons de surface du sol. Nous pouvons déduire que sur les horizons de surface, le *Jatropha curcas*, jusqu'à 6 ans après sa plantation, ne semble pas perturber la texture du sol.

4.2 VARIATION DES PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DES SOLS SOUS *JATROPHA CURCAS*

La teneur en carbone organique des sols issus des plantations de *Jatropha curcas* de 6 ans est plus élevée que celle des sols prélevés dans les plantations de *Jatropha curcas* de 2 ans. Ce résultat peut être attribué à une intensité respiratoire élevée des sols et à un accroissement de la biomasse microbienne des sols. Le taux de carbone organique sous houppier est supérieur à celui observé hors houppier à 2 m, quel que soit l'âge de la plantation. Ceci pourrait s'expliquer par une forte accumulation de la biomasse foliaire sous houppier. En effet, le sol sous *Jatropha curcas* accumule plus de carbone quel que soit l'âge des plantations. Ces résultats sont en accord avec ceux de Topan (2015), qui ont montré que la litière de *Jatropha curcas* contiendrait de forts taux de carbone organique. Le taux de carbone élevé observé dans le sol sous le houppier par rapport à ceux mesurés dans les sols prélevés à 1 m et à 2 m du houppier, peut être attribué à l'effet des racines de *Jatropha curcas* dans la séquestration du carbone. En effet, les racines présentent des teneurs en C organique de 54,3% (Soulama, 2008). Les racines des plantes modifient la composition physico-chimique de la rhizosphère et apportent des substrats aux microorganismes (Paterson, 2003) à travers l'exsudation racinaire qui est un processus clé pour le transfert du carbone dans le sol (Srivastava *et al.*, 2012). La rhizosphère est alors caractérisée par une grande disponibilité du carbone (Koranda *et al.*, 2011). Le taux de C est plus élevé dans le sol témoin que dans le sol sous houppier pour des parcelles de *Jatropha curcas* de 2 ans. Par contre, l'inverse est observé dans le sol sous culture de *Jatropha curcas* de 6 ans où le taux de C organique est plus élevé comparativement au sol témoin sans *Jatropha curcas*. Une forte proportion du C serait liée à l'argile et aux limons fins présents sous le houppier de *Jatropha curcas* dans les plantations âgées. La fraction fine du sol renferme plus de carbone que les fractions grossières (Soulama, 2008). En effet, les exsudats racinaires des plantes âgées de *Jatropha curcas* pourraient être une source de carbone organique pour le sol (Soulama, 2008). Le carbone organique libre représenté par cette fraction, participe efficacement à la fertilité du sol, en nourrissant la biomasse microbienne responsable des processus de minéralisation (Soltner, 2003). L'activité microbienne est plus intense dans le sol prélevé sous la haie de *Jatropha curcas* comparativement à celle observée dans le sol prélevé à 1 m et à 2 m du houppier. Nos résultats montrent que *Jatropha curcas* aurait amélioré le taux de C organique dans le sol. La production de la litière de *Jatropha curcas* conduit à retrouver des taux élevés de carbone au voisinage des pieds de *Jatropha curcas*. Les taux élevés de carbone observés sous le houppier de *Jatropha curcas* sont des résultats en accord avec ceux de Legendre (2008) et de Leye *et al.* (2009).

Le taux d'azote dans les sols demeure faible aussi bien dans le sol sous *Jatropha curcas* que dans les sols témoins et ce, quel que soit l'âge des plantes de *Jatropha curcas*. Le taux d'azote des sols sous culture de *Jatropha curcas* est faible, y compris celui des sols sous houppier. Cela peut se justifier par le fait que le *Jatropha curcas* utilise les éléments minéraux, notamment l'azote, pour sa croissance mais également par la lixiviation des éléments minéraux. Les résultats de cette étude se rapprochent des conclusions de l'étude réalisée au Philippines par Ohta (1990) cité par Sanou (2010), qui a constaté une dégradation de l'azote sous *Acacia auriculiformis* âgé de 5 ans. De plus, le faible taux d'azote pourrait s'expliquer par la baisse de l'accumulation de la matière organique, mais également par le travail du sol qui conduit à une perte d'azote par minéralisation et par érosion hydrique (Koulibaly, 2011).

La teneur en P assimilable du sol témoin est supérieure à celle du sol sous houppier des plants de *Jatropha curcas* âgés de 2 ans. La diminution de la teneur en P assimilable du sol sous houppier dans les plantations de *Jatropha curcas*, signifie que la plante utilise cet élément pour son métabolisme. De plus, la baisse de la teneur en phosphore assimilable traduit la prolifération des spores de champignons mycorhiziens arbusculaires dans le sol. Ces résultats sont en accord avec ceux de Haro (2016), qui ont montré que la teneur en P assimilable réduit l'abondance des spores de champignons mycorhiziens arbusculaires dans le sol. La teneur du sol en P assimilable diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du houppier pour les plantations de *Jatropha curcas* âgées de 6 ans. Cela montre bien l'effet positif de *Jatropha* sur l'amélioration de la disponibilité du phosphore dans le sol. L'augmentation de la disponibilité des nutriments pourrait s'expliquer par la biomasse de *Jatropha curcas* qui retourne dans le sol sous houppier. Le P assimilable sous houppier est accessible aux racines de la plante de *Jatropha curcas*. Ces résultats confirment ceux de Topan (2015) et de Sanou (2010) qui ont montré que les teneurs du P assimilable sont plus élevées sous houppier des plantes de *Jatropha curcas* âgées de 5 ans par rapport au sol témoin. Par ailleurs, les résultats des analyses des sols ont montré de faibles teneurs en P assimilable ($P \text{ assimilable} \leq 5 \text{ mg/kg}$) par rapport aux normes du Bureau National des Sols du Burkina Faso (BUNASOLS, 1990).

5 CONCLUSION

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'effet de *Jatropha curcas* sur les propriétés physiques et chimiques des sols. Dans la zone sud-soudanienne, de nombreuses inquiétudes se sont posées quant aux impacts négatifs de la culture de *Jatropha curcas* sur l'environnement et sur les sols. Pour les classes texturales, aucune différence significative n'a été observée entre les différents traitements. Nous pouvons alors déduire que sur les horizons de surface, le *Jatropha curcas* ne semble pas perturber la texture du sol. Les résultats ont montré que les propriétés chimiques des sols varient en fonction de la distance de la haie

de *Jatropha curcas*. La qualité des composés organiques baisse légèrement au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la haie de *Jatropha* et reste globalement supérieure à celle du sol témoin, suggérant que les résidus de *Jatropha curcas* induisent une activité microbienne plus importante que la matière organique initialement présente dans le sol. La forte corrélation entre le limon fin et le phosphore disponible du sol indique que le *Jatropha curcas* pourrait contribuer à l'amélioration des propriétés chimiques du sol.

REMERCIEMENT

Les auteurs remercient l'Union Africaine et l'Union Européenne à travers le 10^e Fond Européen pour le Développement, pour avoir financé ces travaux de recherche, ainsi qu'à l'Université de Fada N'Gourma et à l'Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole (Station de Recherche de Farako-Bâ) pour leurs soutiens multiformes à la réalisation de cette étude.

REFERENCES

- [1] Achten W.M.J, Maes W.H, Aerts R, Verchot L, Trabucco A, Mathijs E, Singh V.P, Muys B., 2010. *Jatropha* From global hype to local opportunity. *Journal of Arid Environments*; 74: 164-165.
- [2] Assigbetse K, Chotte J.L, Ndour Y., 2011. Impact de la culture de *Jatropha curcas* L. et de ses tourteaux sur les propriétés chimiques et biologiques des sols dans un contexte de changement climatique. Atelier final du programme RIPIESCA: Recueils des résumés. Cotonou, Bénin. 131p.
- [3] Audouin S, Chapuis A, Derra S, Gatete Djerma C, Dabat M.H, Gazull L., 2013. Un cadre d'analyse pour évaluer les filières de production de biocarburant à base d'huiles végétales en Afrique de l'Ouest. 4^{ème} Conf. Biocarburant et Bioénergie, 2-14.
- [4] Bazongo P., 2011. Introduction du *Jatropha curcas* L. dans les exploitations agricoles de la zone ouest du Burkina Faso: état des lieux et effet de la plante sur les propriétés des sols et des cultures associées. Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies en Science du Sol. Institut du Développement Rural / Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 49p.
- [5] Blin J, Dabat M.H, Faugere G, Hanff E, Weisman N., 2008. Opportunités de développement des biocarburants au Burkina Faso. Rapport d'activité. Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques, Burkina Faso, 157 p.
- [6] Botoni.E, Kara A, Augusseau X, Cornelius M, Saidi S, Daget P., 2003. Evolutions agraires et construction des paysages végétaux: l'exemple du village de Torokoro en zone Sud-soudanienne du Burkina Faso. Communication au colloque SAGERT, Montpellier, France, 16 p.
- [7] Bray R.H, Kurtz L.T., 1945. Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science* 59, 39-45.
- [8] BUNASOLS., 1987. Méthodes d'analyse physique et chimique des sols, eaux et plantes. Bureau national des sols du Burkina Faso. Documentations techniques n°3. 159 p.
- [9] BUNASOLS., 1989. Etude morphopédologique de la province de la Comoé. Echelle 1/100000. Bureau national des sols du Burkina Faso Rapport technique n°06. 66 p.
- [10] BUNASOLS., 1990. Manuel pour l'évaluation des terres. Bureau national des sols du Burkina Faso, Documents techniques N°6. 181 p.
- [11] FAO., 1998. Base de référence mondiale pour les ressources en sols. Rapport sur les ressources en sols du monde Rome: FAO. n°84. p 17.
- [12] Feller C., 1995. La matière organique dans les sols tropicaux à argile 1: 1. Recherche de compartiments fonctionnels. Une approche granulométrique. Collection TDM, Vol. 144. ORSTOM, Paris, France. 393 p.
- [13] Fontès J, Guinko S., 1995. Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso/Notice explicative CNRS, Université de Toulouse III (France) /Institut du Développement Rural, Faculté des Sciences et Techniques, Université Ouaga 1 Professeur Joseph KI-ZERBO, Burkina Faso.
- [14] Gokhale D., 2008. *Jatropha*: Experience of Agro-Forestry, Wasteland Development Foundation, Nashik, India. In International Consultation on Pro-poor *Jatropha* Development. Rome, Italy: Syngenta International. 32 p.
- [15] Haro H., 2016. Optimisation des symbioses rhysobienne et mycorhyzienne pour améliorer la productivité du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.) au Burkina Faso. Thèse de Doctorat Unique. Université Ouaga 1 Professeur Joseph KI-ZERBO, Burkina Faso. 184 p.
- [16] Henning K. R., 2002. Utilisation des savoirs locaux sur *Jatropha*. Article, Note CA n°42, 4 p.
- [17] Keeney D.R, Nelson, D.W., 1982. Nitrogen-inorganic forms, *Methods of Soil Analysis*, Part 2. Chemical and Microbiological Properties. ASA-SSSA. Madison, WI, USA. 643-700.

- [18] Koranda M, Schneck J, Kaiser C, Fuchslueger L, Kitzler B, Stange C F, et al., 2011. Microbial processes and community composition in the rhizosphere of European beech. The influence of plant C exudates. *Soil. Biol Biochem.* 43: 551-558.
- [19] Koulibaly B., 2011. Effets Caractérisation de l'acidification des sols et gestion de la fertilité des agrosystèmes cotonniers au Burkina. Thèse de Doctorat Unique en Agro-Pédologie, Université Ouaga 1 Professeur Joseph KI-ZERBO, Burkina Faso. 140 p.
- [20] Leye E.H.M, Ndiaye M, Ndiaye F, Diallo B, Sarr A.S, Diouf M, Diop T., 2009. Effet de la mycorhization sur la croissance et le développement de *Jatropha curcas* L; 12 (2): 269- 278.
- [21] Paramathma M, Venkatachalam P, Sampathrajan A, Balakrishnan A, Jude Sudhakar R, Parthiban K.T, Subramanian P, Kulanthaisamy S., 2007. Cultivation of *Jatropha* and Biodiesel Production. *Agricultural Engineering College & Research Institute, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore.* 817-828.
- [22] Paterson E., 2003. Importance of rhizodeposition in the coupling of plant and microbial productivity. *Eur J Soil Sci.* 54: 741-750.
- [23] Reubens B, Achten W.M.J, Maes W.H, Danjon F, Aerts R, Poesen J, Muys B., 2010. More than biofuel? *Jatropha curcas* root system symmetry and potential for soil erosion control. *Journal of Arid Environments*, 75: 201-205.
- [24] Sanogo S., 2014. Propriétés physiques et chimiques des sols sous *Jatropha* et productivité de la plante en fonction des types de sol dans la zone sud-soudanienne du Burkina Faso. Mémoire d'Ingénieur d'Agriculture. Centre Agricole Polyvalent de Matourkou, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 60p.
- [25] Sanou F., 2010. Productivité du *Jatropha curcas* L et impact de la plante sur les propriétés chimiques du sol: cas de Bagré (Centre Est du Burkina Faso). Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, Institut du Développement Rural /Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 55 p.
- [26] Soltner D., 2003. Phytotechnie générale. Les bases de la production végétale. Le sol et amélioration. Collection Sciences et Techniques Agricoles. 23^è ed, Tom I. 472 p.
- [27] Soulama S., 2008. Influence du *Jatropha curcas* dans la séquestration du carbone et essai de compostage. Mémoire de Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées. Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre/Université de Ouagadougou 1 (Professeur Joseph KI-ZERBO), Burkina Faso. 56 p.
- [28] Sreedevi T K, Wani S.P, Rao S, Chaliganti R, Reddy R.L., 2009. *Jatropha* and *Pongamia* rainfed plantations on Wastelands in India for Improved Livelihoods and Protecting Environment. International Crops Research Institute for the semi-arid Tropics, (ICRISAT), Patancheru PO. Patancheru. 502 524, India.
- [29] Srivastava P, Kumar A, Behera S K, Sharma Y.K, Singh N., 2012. Soil carbon sequestration: in innovative strategy for reducing atmospheric carbon dioxide concentration. *Biodivers conserve.* 21: 1343-1358.
- [30] Topan S., 2015. Influence des haies de *Jatropha* sur la productivité du sorgho (*Sorghum bicolor*) en zone sud-soudanienne du Burkina Faso. Mémoire d'Ingénieur d'Agriculture. Centre Agricole Polyvalent de Matourkou, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 42p.
- [31] Traoré S, Millogo J.P, Thiombiano L, Guinko S., 2007. Carbon and nitrogen enhancement in Cambisols and Vertisols by *Acacia* spp. in eastern Burkina Faso: relation to soil respiration and microbial biomass. *Applied Soil Ecology*, 35: 660-669.
- [32] Walinga I, van der Lee J.J, Houba V.J.G, van Vark, W, Novozamsky I., 1995. *Plant Analysis Manual*. Kluwer Academic, Dordrecht, the Netherlands. p 11.
- [33] Walkley A, Black R.N., 1934. An examination of the method Dedtjareff for determining soil organic matter and to proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37: 29-38.
- [34] Yaméogo T.G., 2012. Réhabilitation d'écosystème forestier dégradé en zone Soudanienne du Burkina Faso: impacts des dispositifs CES/DRS. Thèse de Doctorat Unique en Développement Rural, Science du Sol, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 160 p.
- [35] Yélémou B, Yaméogo G, Barro A, Taonda S.J, Hien V., 2013. La production de sorgho dans un parc à *Piliostigma reticulatum* en zone nord soudanienne du Burkina Faso. *TROPICULTURA*. 31 (3): 154-162.
- [36] Youl S., 2009. Dynamique et modélisation de la dynamique du carbone dans un agro-système de savane de l'ouest du Burkina Faso. Thèse de Doctorat Unique, Institut du Développement Rural / Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, p.186.

Impact de la réglementation prudentielle Bale III sur le financement bancaire des petites et moyennes entreprises marocaines

[Impact of Basel III prudential regulations on the bank financing of Moroccan small and medium sized enterprises]

Maroua Zouigui¹⁻²

¹Professor of Higher Education EHTP, Casablanca, Morocco

²Member of MASAFEQ Laboratory « Applied Methods in Statistics Actuarial Finance and Quantitative Economics », INSEA, Rabat, Morocco

Copyright © 2021 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The objective of this paper is to analyze through an econometric study the impact of the implementation of the Basel reforms aimed at securing the activity of credit institutions on the intermediation and support activity undertaken by banks vis-à-vis small and medium-sized enterprises. Thus, a model was estimated on a sample covering a period of 3 years, spanning 2013 to 2016 and comprising 200 firms operating in various sectors. Basel regulations are approached by the bank's prudential variables in particular, the average return on equity, the solvency ratio and the short-term liquidity ratio. While access to bank financing for firms is represented by specific variables relating to their levels of liquidity, leverage and profitability. The results revealed that the new regulations are aimed at eliminating unprofitable exposures, which limit risky positions despite their profitability and widen the funding gap for small and medium-sized enterprises. Quantitatively, no reduction in the volume of credit is observable, this depends on the initial position of the bank.

KEYWORDS: Prudential regulation, Basel III, bank financing, small and medium-sized enterprises, Liquidity.

RESUME: Ce travail a pour objectif d'analyser à travers une étude économétrique l'impact de la mise en place des réformes bâloises sur l'activité d'intermédiation et de soutien des banques aux petites et moyennes entreprises. Ainsi, un modèle a été estimé sur un échantillon qui porte sur une période de 3 ans, s'étalant de 2013 à 2016 et comportant 200 entreprises opérant sur divers secteurs d'activités. La réglementation bâloise est approchée par les variables prudentielles de la banque notamment, le rendement moyen des fonds propres, le ratio de solvabilité et le ratio de liquidité court terme. L'accès au financement bancaire des entreprises est représenté quant à lui par des variables spécifiques relatives à leurs niveaux de liquidité, effet de levier et rentabilité. Les résultats ont révélé que la nouvelle réglementation a pour objet d'éliminer les expositions peu rentables, ce qui limite les positions à risque malgré leur rentabilité et creuse le déficit de financement des petites et moyennes entreprises. Sur le plan quantitatif, aucune réduction du volume du crédit n'est observable, vu que ceci dépend de la position initiale de la banque.

MOTS-CLEFS: Réglementation prudentielle, Bale III, financement bancaire, petites et moyennes entreprises, Liquidité.

1 INTRODUCTION

Les crises économiques qu'a connues le monde, particulièrement celle de 2007, émanent principalement de l'instabilité de la sphère financière. Les instabilités conséquentes engendrent une forte fragilisation du système bancaire, une perte de confiance des agents économiques due à la profondeur de la crise et à l'ampleur de sa propagation et un accroissement de la dette souveraine. Pour remédier à ces risques, les banques centrales ont été sollicitées avec vigueur pour éviter une crise systémique et relancer la croissance.

Dans ce cadre, le conseil de la stabilité financière et le comité Bale ont exigé un réexamen complet de la réglementation prudentielle sous l'impulsion du G20. L'objectif est de mettre en place un contexte réglementaire plus exigeant pour faire face aux défaillances relevées du système bancaire. Il s'agit d'une insuffisance qualitative et quantitative du niveau des fonds propres, des effets de levier pas toujours maîtrisés, une absence de contrainte en matière de liquidité et enfin d'un contrôle interne insuffisant en termes de gestion des risques. Ces déficiences ont démontré l'inadéquation du cadre réglementaire Bâlois aux situations extrêmes, ainsi qu'une négligence de l'ampleur des risques macro systémiques.

A cet effet, Bâle III a été entériné en 2010 en mettant en place de nouvelles règles qui s'articulent autour de quatre principaux aspects. Premièrement, le renforcement des fonds propres aussi bien d'un point de vue qualitatif à travers la redéfinition de ses constituants, que quantitatif par le biais de l'élimination des éléments cycliques. Deuxièmement, la limitation des leviers, où il a été demandé aux banques de pondérer leurs actifs selon la qualité du risque, ceci a été appuyé par la création d'un ratio de levier, introduit en 2013 et appliqué en 2015. Troisièmement, le renforcement des pratiques de gestion des risques et de gouvernance. Quatrièmement, la consolidation du processus de surveillance macro prudentielle. Aussi, la défaillance des établissements de crédit a mis la lumière sur le rôle essentiel que la liquidité joue dans le système financier. Dans ce sens, une amélioration de la gestion du risque de liquidité a été imposée à travers la mise en place de deux nouveaux ratios relatifs au court et long terme respectivement LCR (Liquidity Coverage Ratio) et NSFR (Net Stable Funding Ratio). Les normes sur le risque de liquidité incitent la banque à sélectionner des actifs facilement cessibles sans perte de valeur pour alimenter sa trésorerie en cas de difficulté à cause des retraits massifs de sa clientèle ou de l'assèchement du marché interbancaire.

Pour introduire ces nouvelles exigences et orientations réglementaires imposées par les autorités monétaires, le Maroc a adopté une démarche progressive sur une période s'étalant de 2013 à 2019. Cette approche veille non seulement sur la sécurité des établissements bancaires mais aussi sur la stabilité de la croissance économique, à travers le soutien des petites et moyennes entreprises TPME qui constituent selon le rapport du HCP (2015) 98% du tissu économique global.

Parallèlement aux ajustements réglementaires la banque centrale autant qu'acteur régulateur de politique monétaire, et superviseur des banques de la place, joue un rôle très important dans la dynamisation de la croissance et la maîtrise des rouages de financement. Son implication s'est manifestée en premier lieu par un programme de cofinancement créé en partenariat avec le Groupement Professionnel des Banques du Maroc (GPBM) et la Caisse Centrale de Garantie (CCG) pour accompagner les entreprises connaissant des difficultés conjoncturelles passagères, et dont l'équilibre et la structure financière sont jugés viables. Ce programme porte sur l'activation d'un fond de soutien financier dédié aux petites et moyennes entreprises opérant principalement dans les secteurs des industries, du bâtiment et travaux publics, du commerce et de l'agriculture.

Dans le droit fil de cette approche et en vue d'encourager l'entrepreneuriat, la banque centrale a proposé en 2013 un programme de refinancement des banques au profit des petites et moyennes entreprises. Les fondements de ce programme qui ont été redéfinis par la lettre circulaire 112/DOMC/2013 s'attèlent assouplir les conditions de refinancement des banques commerciales pour faciliter l'accès au crédit des petites entreprises.

Parallèlement à cela, la banque centrale, le GPBM, la CCG, la Confédération Générale des Entreprises au Maroc, et l'ANPME ont lancé des campagnes régionales de sensibilisation pour ce segment d'entreprises, sous le slogan « Ensemble pour le développement de la petite et moyenne entreprise dans votre région ». L'objet étant d'inculquer les nouvelles orientations stratégiques pour soutenir les diverses catégories d'entreprises et surtout celles à capital limité.

Les efforts fournis par les établissements bancaires ont été concrétisés par l'accroissement notable du taux de bancarisation qui est passé de 39% en 2007 à 69% en 2016. Toutefois, au courant de la dernière décennie, une décélération des taux des crédits a été constatée. En effet, selon le rapport annuel sur la supervision bancaire de 2014, l'encours des crédits accordés est passé de 747.7 MMDH à 761.3 MMDH respectivement en 2013 et 2014, soit une croissance de 2%, contre 3.6% en 2013 et 5.3% en 2012 (rafraichir les chiffres). Ce rythme de croissance est jugé lent, et reflète la persistance des difficultés des entreprises particulièrement les très petites et moyennes entreprises pour accéder aux financements externes. Cette situation

a poussé les deux leviers de l'économie, à savoir, la banque centrale et le système bancaire à agir pour permettre le décollage du financement de cette catégorie d'entreprise.

Ces différentes mesures devraient aboutir à un système bancaire plus stable qui pourrait permettre un meilleur financement des banques dépendantes. Toutefois, une réglementation plus contraignante pourrait avoir un impact négatif sur les dotations de prêts bancaires, ainsi que compromettre l'accès des petites et moyennes entreprises au financement au lieu de les soutenir. Un tel rationnement du crédit pourrait être préjudiciable particulièrement aux petites entreprises dont le financement externe dépend fortement des banques.

Selon S. Padgett (2014), les exigences Bâle III visent certes à assurer la stabilité financière, mais peuvent générer des coûts importants aux petites et moyennes entreprises. En effet, cette nouvelle réglementation pénalise ce segment en leur attribuant une pondération de risque élevée à hauteur de 75%, alors qu'une GE ayant une note de crédit élevée aurait une pondération de risque de seulement 20%. Cette différenciation aurait un impact énorme sur les exigences nécessaires en termes de capital pour compenser les prêts des TPME, ce qui pourrait inciter les banques à limiter l'octroi des crédits à cette catégorie de contrepartie, alors qu'elles sont supposées développer des mesures pour l'étendre. Ainsi, les normes prudentielles de Bale III réduiraient la disponibilité globale du crédit bancaire ce qui poussera les TPME à chercher d'autres sources de financement notamment la microfinance.

Aussi, cet auteur stipule que les nouvelles exigences en termes de fonds propres peuvent s'avérer particulièrement problématique pour les petites institutions financières. Celles-ci ayant un accès limité aux ressources, auront des difficultés à disposer des montants supplémentaires de capitaux nécessaires pour compenser le risque de prêt des petites entreprises, qui constituent la part importante de leurs portefeuilles. Aux Etats Unis, les banques communautaires ont déjà fait face aux problèmes de sous-capitalisation et le département américain du Trésor leur a payé plus de quatre milliards de dollars grâce au fonds de prêts aux entreprises (établi dans le cadre de la Loi des petites entreprises de 2010). Les exigences de Bâle III peuvent encore diminuer la capitalisation des petits établissements de crédit, ce qui rend le financement des TPME encore plus difficile. Ainsi, la Communauté Indépendante des Bankers of America (ICBA), ont exprimé leur désapprobation aux réformes de Bâle III et ont demandé une modification des normes appliquées aux banques communautaires jugées lourdes et inéquitables vis-à-vis les grandes banques. Ils avancent que les grandes banques d'importance systémique étaient les principaux responsables de la crise financière ayant conduit à une baisse de l'économie contrairement aux banques communautaires. Cependant des experts du Royaume-Uni ont noté que la création de règles distinctes qui dépendent de la taille des banques, augmenterait le risque d'"arbitrage accidentel."

De nombreux travaux stipulent que les réformes de Bâle III vont nuire plutôt que profiter aux petites et moyennes entreprises qui dépendent fortement des prêts bancaires. En effet, d'après (King, (2010), Angelini et al., (2011), Cosimano et Hakura, (2011)) un environnement plus contraignant est caractérisé par une hausse des primes de risque supplémentaires et donc un resserrement des conditions d'accès au crédit. Cependant, Elliott et al., (2012) avancent que les banques ont la capacité de ne pas augmenter les primes de risques à travers une modification de catégorisation. Donc, quelle que soit la consolidation de la nouvelle réglementation, une tendance à la hausse du coût du crédit pourrait ne pas être observable.

Une enquête réalisée par la Banque Africaine de Développement (2013) sur l'impact des règles de Bâle des économies émergentes Nord-Africaines (Égypte et Tunisie), met en avant trois impacts indésirables. Tout d'abord, la capacité à lever plus de fonds propres diminuera significativement la rentabilité des banques. La stabilité sera donc vraisemblablement obtenue au détriment de la capacité des banques à prêter. Deuxièmement, la restriction du financement interbancaire qui en découle entraînera des épisodes sporadiques de resserrement des liquidités, d'où une hausse du risque systémique. Troisièmement, la contraction et/ou la fermeture de certaines activités commerciales pourrait pousser les clients institutionnels et particuliers vers le système financier parallèle non réglementé.

Concernant le Maroc, les études empiriques traitant la problématique des impacts de la réglementation prudentielle Bale III sur le financement des TPME demeure rarissime. Ainsi, l'objet du présent travail est d'analyser les effets de l'accord Bale III sur le financement bancaire des petites et moyennes entreprises. A l'instar des réflexions de Rajan (1994), Berger et al. (2014), l'approche adoptée repose sur une étude économétrique s'intéressant aux contraintes d'accès aux financements des entreprises. Pour ce faire, le travail de recherche est organisé en trois parties. La première revient sur les fondements théoriques du modèle utilisé. La deuxième, quant à elle présente les données ainsi que la méthodologie adoptée. Enfin, la dernière partie s'intéressera à une analyse empirique de l'impact de la nouvelle réglementation sur l'accès aux crédits bancaires alloués aux petites et moyennes entreprises.

2 PRESENTATION DU MODELE

Le modèle empirique utilisé s'inspire des travaux réalisés par Rajan (1994), Valverde et al. (2009), Berger et al. (2014) qui prennent en considération les caractéristiques spécifiques des banques ainsi que celle des entreprises pour évaluer l'impact des exigences réglementaires sur les contraintes de financement. L'objectif de cette spécification est d'exposer la relation entre la réglementation, le coût et le volume du crédit, où la variable dépendante est l'encours aux crédits des TPME, quant aux variables explicatives celles-ci comportent les caractéristiques spécifiques de l'entreprise: liquidité, effet de levier et rentabilité, ainsi que les indicateurs fondamentaux spécifiques de la banque: cout des fonds propres, solvabilité et liquidité CT.

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 \text{Caractéristiques spécif de l'entreprise}_{it} + \beta_2 \text{Caractéristiques spécif de la banque}_t + \varepsilon_{it}$$

Avec $i=1.....200$ et $t=2013.....2016$

2.1 VARIABLES À EXPLIQUER

La variable dépendante est représentée par l'encours aux crédits des TPME en fonction de leur maturité: court, moyen et long termes. En effet, les crédits à court terme ont pour objet d'assurer l'équilibre de la trésorerie de l'entreprise et porte sur une durée inférieure à un an. Le crédit à moyen terme correspond à un financement pour une durée comprise entre deux à sept ans. Enfin, le crédit à long terme est un crédit dont la durée est supérieure à sept ans. Il est destiné à financer les investissements importants des entreprises. Ainsi l'étude va porter sur trois variables à expliquer de l'encours des crédits TPME selon les trois maturités.

2.2 VARIABLES EXPLICATIVES

2.2.1 CARACTERISTIQUES SPECIFIQUES DE L'ENTREPRISE

En s'inspirant des modèles d'Altman et Sabato, (2007); des travaux de Carbo-Valverde et coll., (2009), Kremp et Sevestre, (2013), les variables spécifiques de l'entreprise utilisées pour tester les impacts de la réglementation Bale III porte sur cinq thématiques: liquidité, effet de levier et rentabilité, couverture et activité. Toutefois en raison d'indisponibilité des données, les ratios retenus portent uniquement sur les trois premiers thèmes, et se présentent comme suit:

- Variable de liquidité = $\frac{\text{Trésorerie nette}}{\text{Actif total}}$:

Ce ratio présente les disponibilités et le potentiel de liquidité d'une petite et moyenne entreprise. Il s'agit d'une ressource interne destinée à substituer le financement externe et donc à réduire le recours au crédit bancaire, ceci se traduit par signe négative en termes d'estimation avec la variable dépendante. Toutefois un signe positif signifie qu'une amélioration de la trésorerie de l'entreprise constitue un indicateur rassurant pour les établissements de crédits leur permettant ainsi d'accéder d'une manière plus souple au financement bancaire

- Variable effet de levier = $\frac{\text{Dettes totales}}{\text{Fonds propres}}$:

Ce ratio présente l'effet de levier et désigne l'utilisation de l'endettement pour augmenter la capacité d'investissement d'une entreprise. Un signe positif signifie qu'une firme fortement endettée a besoin d'un financement externe ce qui augmentera sa demande aux prêts bancaires.

- Variable de rentabilité ROA = $\frac{\text{Résultat net}}{\text{Actif total}}$:

Ce ratio présente la rentabilité des actifs. Il exprime la capacité d'une entreprise à générer un revenu à partir de ses ressources. Une amélioration de cet indicateur devrait se traduire par un assouplissement d'accès au financement bancaire se traduisant ainsi par un signe positif.

2.2.2 CARACTERISTIQUES SPECIFIQUES DE LA BANQUE

Les variables utilisées dans le cadre de ce modèle pour analyser les effets de la réglementation Bale III sont des indicateurs consolidés des 9 groupes bancaires marocains et porte sur le cout des fonds propres, la solvabilité et la liquidité CT.

- La variable coût des fonds propres = $\frac{\text{Resultat net}}{\text{capitaux propres}}$:

Ce ratio représente le rendement moyen des fonds propres (ROE), le coût lié à l'amélioration de la qualité et quantité des fonds propres bancaires. Selon Cohen et Scatigna (2014) une augmentation de la quantité des capitaux propres réduit le ROE et donc diminue le coût des fonds propres. Ainsi les banques pourraient financer plus de projets, augmenter le volume de crédit accordés aux TPME. Ceci se traduit par un signe négatif avec la variable dépendante.

- La variable solvabilité = $\frac{\text{Fonds propres réglementaires}}{\text{Total des risques}}$:

Ce ratio est représenté par le rapport entre les fonds propres réglementaires et le montant des crédits distribués désignant la capacité de l'établissement de crédit à faire face aux risques financiers qu'il encourt. Une amélioration de la solvabilité se traduit par une maîtrise des risques ce qui permettrait à l'établissement d'accorder d'avantage de crédits. Ceci se traduit par un signe positif avec la variable dépendante.

- La variable liquidité CT = $\frac{\text{Actifs des liquides}}{\text{Passifs à court terme}}$:

Ce ratio est utilisé comme un proxy de l'indicateur LCR (Liquidity Coverage Ratio) dont les données ne sont disponibles qu'à partir de 2016. Ce ratio a pour objectif de favoriser la résilience à court terme du profil de risque de liquidité d'une banque en veillant à ce qu'elle dispose de suffisamment d'actifs liquides de haute qualité pour surmonter une crise grave qui durerait 30 jours calendaires. Selon T. Humblot (2015) une augmentation du coût de liquidité pourrait restreindre l'allocation de crédit.

Le tableau ci-après présente l'évolution des variables spécifiques de la banque durant la période de l'étude. En effet, le coût moyen des fonds propres a connu une diminution allant de 10,6% en 2013 à 8,6 %, alors que les ratios de solvabilité et de liquidité à CT présente une légère amélioration passant respectivement de 13,3% et 17,4% en 2013 à 14,2% et 18,6% en 2016.

Tableau 1. Evolution des variables de la banque durant 2013-2016

Indicateur	2013	2014	2015	2016
Coût des Fonds Propres	10.6	10.2	9.1	8.6
Solvabilité	13.3	13.8	13.7	14.2
Liquidité CT	17.4	17.7	21.2	18.6

Source: Rapport annuel sur la supervision bancaire BAM (2013) (2016)

3 DONNEES ET METHODOLOGIE ÉCONOMETRIQUE

L'étude économétrique est réalisée sur un panel d'entreprises provenant des bases de données financières de l'observatoire de l'entreprise Inforisk. L'échantillon constitué porte sur une période de trois ans s'étalant de 2013 à 2016, et comporte 200 entreprises avec des informations aussi bien financières que signalétiques. En adoptant la segmentation réglementaire par taille de chiffre d'affaire conformément à la circulaire de Bank Al Maghreb 8G/Annexe2, une TPME est une entreprise dont le chiffre d'affaire est inférieur à 175 millions de dirhams. En utilisant des données financières, nous testons l'effet de chaque nouvelle exigence réglementaire sur le crédit bancaire des petites et moyennes entreprises. Il s'agit de mesurer la relation entre les variables prudentielles Bale III de la banque notamment, le coût des fonds propres, le ratio de solvabilité, et le ratio de liquidité du court terme, avec celles spécifiques aux petites et moyennes entreprises relatives à leurs niveaux de liquidité, endettement et rentabilité.

La démarche statistique utilisée consiste à appliquer la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO) sur des données de panel. Ensuite des analyses d'autocorrélation en utilisant LM test, de l'hétéroscédasticité à travers le test Breush-Pagan, et de normalité de la distribution des résidus par le biais du test Jarque-Bera sont faites pour confirmer la robustesse des modèles estimés. Et enfin, le test d'Hausman a été effectué pour déterminer lequel des modèles est le plus approprié soit le modèle à effet individuel fixe ou à effet aléatoire.

4 RESULTATS

Les résultats des estimations des trois modèles à effets fixes représentés par les trois variables indépendantes: Encours crédit TPME court terme, Encours crédit TPME moyen terme et Encours crédit TPME long terme ont permis de constater que le modèle du moyen terme présente le pouvoir explicatif le plus élevé 63% suivi par le modèle des crédits à long termes 32% et enfin les crédits à court terme, où le pouvoir discriminant ne dépasse pas 15%.

Tableau 2. Résultats de la modélisation

	Encours CT		Encours MT		Encours LT	
Variable Liquidité TPME	-0.241026	(0.0138)	0.810901***	(0.0076)	0.986092	(0.4000)
Variable effet de levier TPME	0.009850**	(0.0374)	0.047666***	(0.0475)	0.102073***	(0.0010)
Variable Rentabilité ROE TPME	0.060666*	(0.0324)	0.646199***	(0.0642)	-0.034695	(0.6690)
Cout des Fonds Propres BQ	-0.009712*	(0.0850)	-0.602204***	(0.0274)	-0.056371	(0.3480)
Variable Solvabilité BQ	-0.496911***	(0.0420)	-0.08668***	(0.0130)	-0.167787	(0.12072)
Variable Liquidité CT BQ	-0.587301***	(0.0056)	-0.072167***	(0.0143)	-0.675787	(0.32060)
Constante	4.03231***	(0.3524)	5.7281***	(0.0724)	-3.8147**	(0.9724)
R2	0.15		0.63		0.32	

Coefficients statistiques significatifs à 1%***, 5%***, et 10%*

Concernant les variables spécifiques des entreprises, il en ressort que tous les indicateurs sont significatifs dans les modèles court et moyen termes alors qu'au long terme, seul le ratio d'effet de levier est significatif. En effet, la significativité positive de l'effet de levier montre qu'une entreprise endettée a besoin d'un financement externe ce qui explique l'accès au financement bancaire. Aussi une augmentation du ratio de liquidité présente un substitut à un financement externe à court terme. Enfin, une amélioration du ratio de rentabilité détermine la performance de l'entreprise ce qui lui permettra d'accéder au financement bancaire.

Quant aux variables spécifiques des banques, elles présentent les mêmes résultats pour les modèles des crédits court et long terme. En effet, une diminution du cout des capitaux propres augmente l'accès au financement externe. En ce qui concerne la solvabilité et la liquidité du CT, une augmentation de ces ratios contraint les établissements des crédits et engendre une réduction des crédits accordés.

5 CONCLUSION

Les économies ont connu une crise financière sans précédent, marquée par une forte fragilisation des systèmes bancaires, une crise de la dette souveraine et une perte de confiance des agents économiques due à la profondeur de la crise et à l'ampleur de sa propagation. Ceci est dû aux défaillances du système financier caractérisé par une insuffisance du niveau qualitatif et quantitatif des fonds propres, absence de contrainte en matière de liquidité et des effets de leviers pas toujours maîtrisés. Ainsi pour palier à ces limites le comité Bale a instauré des réformes visant à améliorer la solvabilité et la liquidité des établissements de crédit.

Du point de vue théorique, les orientations Bale III ont pour objectif d'imposer aux banques des exigences en fonds propres plus importantes ce qui va réduire leur niveau de capitalisation, aussi les établissements de crédit sont tenus à disposer des montants supplémentaires de capital nécessaires pour compenser le risque de prêt des petites firmes. Ces exigences réglementaires pourraient nuire plutôt que de profiter aux petites et moyennes entreprises qui dépendent fortement des prêts bancaires dans la mesure où un environnement plus contraignant implique une hausse des primes de risque supplémentaires et donc un resserrement des conditions d'accès au crédit.

Pour analyser l'impact de la réforme Bale III sur le financement des petites et moyennes entreprises une étude empirique transversale par maturité du crédit a permis d'estimer les effets potentiels de la nouvelle réglementation. Nous concluons que la nouvelle réglementation a pour objet d'éliminer les expositions peu rentables, ce qui limite les positions à risque malgré leur rentabilité. Aussi les ratios de liquidité vont augmenter le déficit de financement des petites et moyennes entreprises. Sur le plan quantitatif, aucune réduction du volume du crédit n'est observable. L'effet global dépend finalement de la position initiale de la banque. Toutefois, la courte période d'évaluation et l'indisponibilité de certaines données ne permettent pas de statuer précisément sur les résultats de la mise en place des réformes de Bale III d'autant plus que celles-ci n'ont été achevée au Maroc qu'en 2019.

REFERENCES

- [1] Altman, E. I. and Sabato, G. (2007), «Modelling Credit Risk for SMEs: Evidence from the U.S. Market», *Abacus* 43 (3), 332–357.
- [2] Angelini, P., Clerc, L., Curdia, V., Gambacorta, L. and Gerali, A. (2011), « BASEL III: Long-term impact on economic performance and fluctuations».
- [3] BAD (2012) «Estimation des coûts et des avantages de la mise en oeuvre des accords de bâle III dans les économies émergentes Nord-africaines: Application à l'Égypte et à la Tunisie» *.
- [4] Bank Almaghrib (2013 2014 2015 2016), Rapport annuel sur la supervision bancaire.
- [5] Bank Al Maghrib (2013), Lettre circulaire relative au programme de soutien au financement des très petites, petites et moyennes entreprises.
- [6] Berger, A. N., Goulding, W. and Rice, T. (2014), «Do small businesses still prefer community banks ?», *Journal of Banking & Finance* (March).
- [7] Carbo-Valverde, S., Rodriguez-Fernandez, F. and Udell, G. F. (2009), «Bank Market Power and SME Financing Constraints», *Review of Finance* 13 (2), 309–340.
- [8] Cohen, B. H. and Scatigna, M. (2014), «Banks and capital requirements: channels of adjustment».
- [9] Cosimano, T. F. and Hakura, D. S. (2011), «Bank behavior in response to Basel III: A cross-country analysis».
- [10] Elliott, D. J., Salloy, S. and Santos, A. O. (2012), «Assessing the cost of financial regulation».
- [11] King, M. R. (2010), «Mapping capital and liquidity requirements to bank lending spreads».
- [12] Kremp, E. and Sevestre, P. (2013), «Did the crisis induce credit rationing for French SMEs ?», *Journal of Banking & Finance* 37 (10), 3757–3772.
- [13] Petersen, M. A. and Rajan, R. G. (1994), «The benefits of lending relationships: Evidence from small business data», *The journal of finance* 49 (1), 3.
- [14] Rapport Annuel du Haut Commissariat au Plan (HCP) 2015.
- [15] S. Padgett (2016) « The negative impact of basel III on small business financing ».
- [16] T. Humblot (2015) « Basel III and SME access to credit: Evidence from France ».

Criminalité faunique liée aux espèces animales totalement protégées vendues dans les marchés de Mbandaka, Province de l'équateur (RDC)

[Wildlife crime related to totally protected animal species sold in the markets of Mbandaka, Equateur Province (DRC)]

Matthieu Sekalo Mandele¹, Eddy Mwanzo², Aimé Masomi¹, Cédric Enzinga¹, and D.E. Musibono²

¹Institut Supérieur de Développement Rural (ISDR), Province de l'Equateur, Mbandaka, RD Congo

²Université de Kinshasa, Faculté de Droit et des sciences, RD Congo

Copyright © 2021 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 decline in biodiversity is an alarming reality, nearly half of all primate species are threatened with extinction, and all great ape species - bonobos, chimpanzees, gorillas, orangutans and so many others are concerned. The main threats identified in recent years are habitat destruction, poaching, situations of armed conflict and disease transmission. The great apes have thus been the subject of numerous conservation efforts for several decades.

However, despite these efforts, the decline of their populations continues. Therefore, the present study consists in evaluating wild animal species totally protected, and clandestinely sold in the markets of Mbandaka in the Democratic Republic of Congo (DRC).

Our surveys were carried out in the five markets of the city of Mbandaka distributed as follows: Sokozelo: 34, Basoko: 10, Makila: 8, Mbandaka II: 6, Mandala II: 7.

The results obtained show that:

- 79.92% of the surveyed population sells species of animals totally protected by CITES.
- Among the 45 fully protected animals, 10 or 22.2% are sold illegally in the various markets surveyed in the city of Mbandaka.
- 81% of sellers of meat from protected animals do not know CITES laws, on the other hand 18.4% of these sellers have an idea about knowledge of CITES laws.
- The absence of functional structures likely to ensure the application of the law on wildlife conservation in the Democratic Republic of Congo.
- No environmental information and education, as well as awareness raising on wildlife conservation and protection in Equateur province.
- Poor popularization of CITES laws on the conservation and protection of fully protected species in Equateur Province.
- Complicity of park eco-guards with poachers.

KEYWORDS: CITES, Fauna, Species, Wild meat.

RESUME: Le déclin de la biodiversité est une réalité alarmante, près de la moitié des espèces de primates sont menacée d'extinction, et toutes les espèces de grands singes - bonobos, chimpanzés, gorilles orangs-outans et tant d'autres sont concernées. Les principales menaces identifiées pour ces dernières années sont la destruction de leur habitat, le braconnage, les situations de conflits armés et la transmission des maladies. Les grands singes suscitent ainsi de nombreux efforts de conservation depuis plusieurs décennies.

Toutefois, malgré ces efforts engagés, le déclin de leurs populations perdure. Par conséquent, la présente étude consiste à évaluer les espèces animales sauvages totalement protégées, et clandestinement vendu dans les marchés de Mbandaka en République Démocratique du Congo (RDC).

Nos enquêtes ont été effectuées dans les cinq marchés de la ville de Mbandaka répartis comme suit : Sokozelo: 34, Basoko: 10, Makila: 8, Mbandaka II: 6, Mandala II: 7.

Les résultats obtenus montrent que :

- 79,92% de la population enquêtée sont les vendeurs d'espèces d'animaux totalement protégées par CITES.
- Parmi les 45 animaux totalement protégés, il y a 10 soit 22,2% sont vendus clandestinement dans les différents marchés enquêtés dans la ville de Mbandaka.
- 81% des vendeurs des viandes d'animaux protégés ne connaissent pas les lois de CITES, par contre 18,4% de ces vendeurs ont une idée sur la connaissance des lois de CITES.
- L'absence des structures fonctionnelles susceptibles d'assurer l'application de la loi en matière de conservation de la faune en République Démocratique du Congo.
- Aucune information et éducation environnementale, ainsi que la sensibilisation sur la conservation et protection de la faune sauvage dans la province de l'Equateur.
- Faible vulgarisation des lois de CITES sur la conservation et protection d'espèces totalement protégées dans la province de l'Equateur.
- Complicité des éco-gardes des parcs avec les braconniers.

MOTS-CLEFS: CITES, Faune, Espèce, Viande Sauvage.

1 INTRODUCTION

La République Démocratique du Congo héberge de nombreuses espèces animales rares et parfois uniques au monde à savoir: Okapi (Johson), gorille de montagne (Pan paniscus), chimpanzé nain (Bonobo), Afropavo congoensis (paon Congolais), (Rhinoceros blanc).

La RDC représente l'une des réserves de faune la plus importante en Afrique. Cependant cette faune est très menacée par le braconnage, vente illégale de ces ressources totalement protégées et partiellement protégées [1].

La République Démocratique du Congo doit donc se garder d'exploiter abusivement ses ressources animales, au risque d'en être dépourvu à plus ou moins brève échéance, comme c'est déjà le cas ailleurs [1].

Il convient de rappeler que la chasse coutumière autonome constitue l'une des principales causes de la destruction massive de la faune. Car, ce type de chasse se pratique à grande échelle en utilisant non seulement un nombre de plus en plus croissant de chasseurs, mais aussi des moyens quelconques pour abattre ou capturer sans discernement les animaux surpris en cours d'expédition.

Ainsi, la consommation de viande de brousse des espèces animales totalement protégées, constitue un problème réel lequel entraîne la menace voir même l'extinction de ces espèces.

Le braconnage, le commerce illégal d'espèces sauvages, des phénomènes qui sont de plus en plus fréquents en Afrique Centrale, sont les deux causes principales du déclin des espèces sauvages et ce trafic s'est transformé en business, car il génère un bénéfice net d'environ 10 milliards de dollars par an [2].

Dans la province de l'Equateur comme partout en RDC, plus particulièrement dans la ville de Mbandaka, le constat fait après une observation sur quelques marchés locaux de la ville de Mbandaka, avec les recherches par certaines structures universitaires Institut Supérieur de Développement Rural (ISDR), Université de Mbandaka (UNIMBA) et le fonds mondial pour la nature (WWF), les résultats issus de leurs recherches ont montrés que; la plupart des espèces animales déclarées par CITES¹, sont visibles et vendues d'une façon incontrôlée dans nos marchés de la ville et ses environs.

¹ Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction

2 MILIEU D'ETUDE

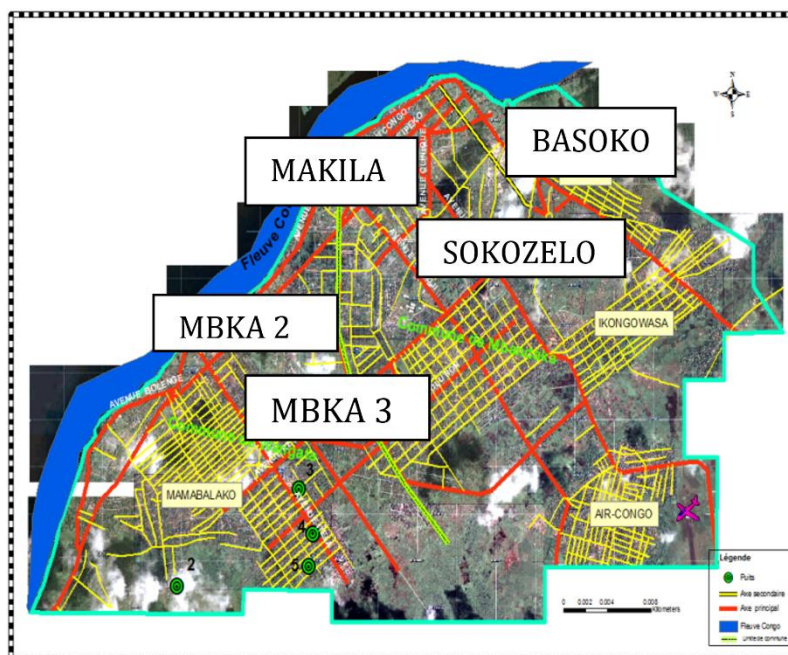


Fig. 1. Carte de la ville de Mbandaka 2020

3 METHODOLOGIE

3.1 RECOLTE DES DONNEES

Les prélèvements des données destinées pour l'analyse des données ont été effectués dans les cinq marchés de la ville de Mbandaka.

3.2 MATERIEL ET METHODES

• Matériel

Notre matériel de cette étude est constitué essentiellement de 10 espèces animales citées sur le tableau 4, classées parmi les espèces animales totalement protégées par CITES vendu clandestinement sur les marchés locaux de Mbandaka.

Les équipements ci-après ont été utilisés pour la récolte des données:

- GPS : L'outil qui nous a servi de prendre les coordonnées géographiques de tous les points de vente (marchés). Cela a aidé à la cartographie de nos sites de recherche, l'appareil camera pour la prise des images.
- La méthode d'enquête a servi de base dans cette étude. Elle a permis à l'identification de certaines espèces animales totalement protégées par Cites lors de l'évaluation.

3.3 ECHANTILLONNAGE

La population concernée de la recherche est constituée de tous les vendeurs et vendeuses des viandes de brousse soit 65 enquêtés, réparties dans 5 sites à savoir: Sokozelo: 28; Basoko: 7; Makila: 6; Mbandaka 3: 20 et Mbandaka 2: 4 vendeurs.

4 COLLECTE DES DONNEES

Un calendrier de décente sur terrain a été établis, et cela nous a permis de récolter les données en fonction de fréquence d'approvisionnement du marché par des viandes provenant de l'intérieur de la ville.

Ce calendrier est exécuté comme suit : site de Sokozelo vendredi matin, site de Basoko vendredi et jours paires, site de Makila lundi matin et jours impaires, site de Mbandaka II et Mbandaka III, sont ravitaillés par des viandes provenant de l'intérieur

Tableau 1. Espèces des animaux totalement protégés en RDC

N°	Nom scientifique	Nom commun	Nom vernaculaire
A. 1. Primates		A. 1. Primates	
01	<i>Gorilla gorilla spp.</i>	Gorille de montagne et de plaine	Mokomboso ya est
02	<i>Pan troglodytes</i>	Chimpanzé à face claire de la rive gauche du fleuve	Mokomboso ya pembe
03	<i>Pan paniscus</i>	Chimpanzé nain	Bonobo
A. 2. Proboscidea		A. 2. Proboscidiens	
04	<i>Loxodonta africana africana</i>	Eléphant de savane	
05	<i>Loxodonta africana cyclotis</i>	Eléphant de forêt	Nzoku
06	<i>Loxodonta africana purillius</i>	Eléphant nain	
A. 3. Perissodactyla		A. 3. Périssodactyles	Nzoku
07	<i>Equus burchelli hippotigris</i>	Nzoku	Nzoku
08	<i>Ceratotherium simon cottoni</i>	Nzoku	Nzoku
09	<i>Diceros bicornis</i>	Rhinocéros noir	
A. 4. Artiodactyla		A. 4. Artiodactyles	
10	<i>Giraffa camelopardalis</i>	Girafe	Mondonga
11	<i>Okapia johnstoni</i>	Okapi	Okapi
12	<i>Oreotragus oreotragus</i>	Oréotrague	
13	<i>Taurotragus oryx</i>	Elan du Cap	
14	<i>Taurotragus derbianus</i>	Elan de Derby	
15	<i>Onotragus smithemani</i>	Cobe Lechwe	
16	<i>Tragelaphus strepsiceros</i>	Grand Koudou	
17	<i>Aepyceros melampus</i>	Impala du Katanga	
18	<i>Hyemoschus aquaticus</i>	Chevrotain aquatique	
A. 5. Carnivora		A. 5. Carnivores	
19	<i>Felis (Profelis) aurata</i>	Chat doré	
20	<i>Osbornictis piscivora</i>	Civette aquatique	
21	<i>Acinonyx jubatum</i>	Guépard	
22	<i>Felis caracal</i>	Caracal	
A. 6. Sirenia		A. Siréniens	
23	<i>Trichechus senegalensis</i>	Lamantin aquatique	
A. 7. Tubulidenté		A. 7. Tubulidentés	
24	<i>Oryteropus afer</i>	Oxyctérope	
B. Pholidota		B. Pholidotes	
25	<i>Manis gigantea</i>	Pangolin géant	Kakolo
C. 1. Crocodyla		C. 1. Crocodiles	
26	<i>Crocodylus niloticus</i>	Crocodile du Nil (L <1,50m)	Ngando
27	<i>Crocodylus cataphractus</i>	Crocodile à museau étroit ou faux gavia (L <1,50m)	Songe, Lokese
28	<i>Osteolaemus tetraspis</i>	Crocodile à nuque cuirassée (L <0,50m)	
C. 2. Testudinata		C. 2. Tortues	
29	<i>Curetta curetta</i>	Tortue caouanne	
30	<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortue luth	
31	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tortue imbriquée (le caret)	
32	<i>Chelonia mydas</i>	Tortue franche	Koba
D. Aves		D. Oiseaux	
33	<i>Afropavo congensis</i>	Paon zaïrois	
34	<i>Balaeniceps rex</i>	Bec en sabot	
35	<i>Ciconia ciconia</i>	Cigogne blanche	
36	<i>Pseudochelidon cuculoides</i>	Fausse hirondelle à bec jaune	
37	<i>Sagittarius serpentarius</i>	Messager serpenteaire	

38	<i>Vulturidae</i>	Vautours (tous)	
39	<i>Leptoptilus crumeniferus</i>	Marabout	
40	<i>Bucorvus abyssinicus</i>	Calea terrestre d'Abyssinie	
41	<i>Bugerus carunculatus</i>	Grue caronculée	
42	<i>Balearica pavonina</i>	Grue couronnée	
43	<i>Psittacus erithacus</i>	Perroquet gris ou jacot	Tsaku
44	<i>Prionops alberti</i>	Prionopsi à casque jaune	
45	<i>Pseudocalyptemena granueri</i>	Pseudocalyptemena	
E. Pisces		E. Poissons	
46	<i>Caecobarbus</i>	Poissons aveugles de Mbanza-Ngungu	

5 RESULTATS

Les résultats obtenus lors de notre enquête sur les différents marchés de la ville de Mbandaka se présentent sur les figures et tableaux ci-dessous.



Fig. 2. *Pan paniscus (Bonobo) Site Marché Basoko 2019*

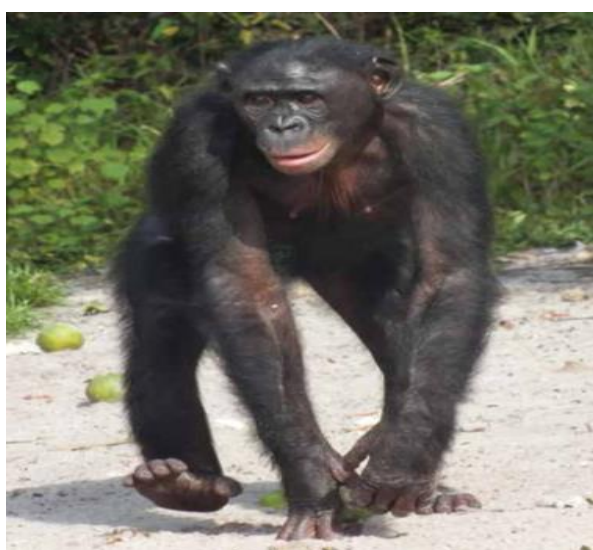


Fig. 3. *Photo prise par l'étudiant Lofenya Isatokolongu lors ses recherches sur le mémoire de la licence à l'UNIMBA, 2019*

Pan paniscus: Bonobo, cette espèce vu dans le Parc de Salonga, menacée de Braconnage, comme l'indique cette figure de viande de Bonobo vendue au marché de Basoko en provenance parc de la Salonga.



Fig. 4. *Crocodylus cataphractus* - Site Sokozelo
Capturée en 2018 en amont du fleuve Congo, vendu sur le marché de Sokozelo/Basoko

Tous ces aliments sont fournis par le marché rural lingunda, dans le territoire de Monkoto où se trouvant le parc de Salonga, fournisseur en poissons et viandes de brousses.

Ces aliments ne sont pas seulement consommés dans le centre-ville de Mbandaka, mais aussi vers la ville de Kinshasa et le Congo Brazzaville.

Ce marché n'a pas d'infrastructure, ni latrines les vendeurs étalent leurs biens à partir de l'entrée qui se joint avec l'avenue d'Eala jusqu'au fleuve où les baleinières accostent.



Fig. 5. *Loxodonta africana cyclotis* (Eléphant de forêt)



Fig. 6. Les viandes de *Loxodonta africana cylotis* vendus sur le marché de Sokozelo



Fig. 7. Viande de Léopard (*Panthera pardus*) - Site: Makila mélangé dans le bassin des poissons et vendue sur le marché Makila



Fig. 8. *Potamochoère* (Nsombo, sanglier)

Site 4. Marché de Basoko



Fig. 9. Crime commis, contre *Pan paniscus* (Bonobo)

Il est assassiné de toute sorte de torture dans le Parc nationale de salonga-Kwango.



Fig. 10. *Manis gigantea*

Tableau 2. Répartition des enquêtes relatives au point de vente des gibiers par le marché

Point de vente	Effectif des vendeuses	%
Sokozelo	34	52,3
Basoko	10	15,3
Makila	8	12,3
Mbandaka II	6	9,2
Mbandaka III	7	10,7
Total	65	100

Source: Enquête sur terrain 2019

A la lumière de ce tableau, Sokozelo a 52,3 %, suivi de Basoko 15,3%, Makila 12,3, Mbandaka III 10,7 % et enfin Mbandaka III 9,2 %. Tous nos enquêtés sont les vendeuses des gibiers en général, ce qui constitue notre population d'étude soit 65 enquêtés.

Tableau 3. Répartition enquêtées vendeuses des gibiers totalement protégés

Points de vente	Effectif par marché	%
Sokozelo	28	56
Basoko	7	14
Makila	6	12
Mbandaka III	5	10
Mbandaka II	4	8
Total	50	100

Ce tableau nous révèle que le marché Sokozelo a 56 %, Basoko 14 %, Makila 12%, Mbandaka III 10 % et Mbandaka II 8 %.

Tableau 4. Répartition des vendeuses des animaux totalement protégés par marché

Site/Marché	Vendeurs des gibiers toute espèce confondu	Vendeurs des animaux totalement protégés	Total
Sokozelo	34	28	62
Basoko	10	7	17
Makila	8	6	14
Mbandaka III	7	5	12
Mbandaka II	6	4	10
Total	65	50	115

Source: Nos données terrain 2019

Sur ce tableau il séide que, les vendeurs des animaux totalement protégés: Sokozelo 62%, Basoko 17%, Makila 14%, bandaka III. 12%, Mbandaka II. 10%.

Tableau 5. Répartition des vendeuses de viandes d'animaux totalement protégés, leur connaissance sur les lois de CITES

Site/Marché	Effectifs de vendeurs	Oui	%	Non	%
Sokozelo	34	4	11,7	30	88,2
Basoko	10	2	20	8	80
Makila	8	2	25	6	75
Mbandaka III	7	3	42,85	4	57,1
Mbandaka II	6	1	1,6	5	83,3
Total	65	12	18,4	53	81

Source: Nos données sur terrain 2019

Au regard de ce tableau, il révèle que, 81% des vendeurs de viandes d'espèces d'animaux totalement protégés, ne connaissent pas les lois de CITES, par contre 18,4% de ces vendeurs ont une idée sur la connaissance des lois de CITES.

Tableau 6. Identification des viandes d'animaux protégés et vendues aux marchés de Mbandaka

N°	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Totalement protégée	fréquence	Points de vente
01	<i>Loxondataafricana</i>	<i>Nzoku</i>	+	+	<i>Basoko, makila et sokozele</i>
02	<i>Tragelaphusspekei</i>	<i>Mbuli</i>	+	++++	<i>Sokozele Mbandaka II Basoko Mbandaka III Makila</i>
03	<i>Osteolaenuscoriacea</i>	<i>Lokekele</i>	+	++++	<i>SokozeleMbkall et III Makila</i>
04	<i>Cobusguereza</i>	<i>Ligbololo</i>	+	++++	<i>Sokozele Makila Basoko</i>
05	<i>Python sebae</i>	<i>Nguma</i>	+	++++	
06	<i>Cheloniamydas</i>	<i>kobayazamba</i>	+	++++	<i>Sokozele, Makila.</i>
07	<i>Erotrachelusindoricata</i>	<i>Insole</i>	+	++++	<i>Sokozele, Basoko, Makila, Mbka II et III</i>
08	<i>Dermochelys</i>	<i>Enzenze</i>	+	++++	<i>Basoko, Sokozele, Makila, Mbka II et III.</i>
09	<i>Crocodilusniloticus</i>	<i>Lokekele</i>	+	++++	<i>Sokozele, Basoko, Makila, Mbka II et Mbandaka III</i>
10	<i>Ostealeanustetrapsis</i>	<i>Ngando</i>	+	++++	<i>Basoko, Mbandaka II et Mbandaka III</i>

Légende: + = Présence

++++ = Présence avérée ou abondance

Source: enquête sur terrain 2019

La lecture du tableau ci-haut, nous fait révèle que parmi les **45** animaux totalement protégés, il y a 10 soit 22,2% sont vendus clandestinement dans les différents marchés enquêtés dans la ville de Mbandaka; tous ces gibiers sont surtout endémiques et la grande quantité t vendue chaque semaine, ces espèces sont tous les reptiles.

Tableau 7. Abondance et provenance des animaux totalement protégés

	Espèce animale	Monkoto	Bomongo	Makanza	Bolomba	Bikoro	Ingende
01	<i>Loxodabtaafricanaafricana</i>	++	-	-	-	-	-
02	<i>Tragelaphusspekei</i>	+	-	-	-	-	-
03	<i>Osteolaenuscoriacea</i>	+	-	-	-	-	-
04	<i>Cobusguereza</i>	+	-	-	-	-	-
05	<i>Python sebae</i>	+	-	-	+	-	+
06	<i>Cheloniamydas</i>	+	-	-	-	-	-
07	<i>ErotrachelusImbricata</i>	+	+	+	-	-	-
08	<i>Dermochelus</i>	+	-	-	-	-	-
09	<i>Crocodilusniloticus</i>	+	+	+	-	-	-
10	<i>Ostealeanustetrapsis</i>	+	+	+	-	-	-

Source: Enquête du terrain 2019

Légende: + Présence

- Absence

Ce tableau nous montre que Monkoto est un grand fournisseur des gibiers totalement protégés, suivi de Bomongo, Makanza, enfin Bolomba et Ingende, tandis que Bikoro ne fournit rien des gibiers totalement protégés cela est dit soit de la présence des peuples autochtones Pygmées.

Tableau 8. Caractéristiques des sources animales inventoriées dans les marchés de Mbandaka

N°	Nom scientifique	Nom vernaculaire	R.V.	R.S.	R.I.	OBS
1.	<i>Syncerus caffer namus</i>	Kulupa	+	+	+	
2.	<i>Tragelaphus spekei</i>	Mbuli ya mwasi	+	+	+	
3.	<i>Kobus leche</i>	Mbuli ya moindo	+	+	+	
4.	<i>Tragelaphus enryscoros</i>	Bofala	+	-	+	
5.	<i>Potamochorus pareus</i>	Sombo	+	+	+	
6.	<i>Cryetomys sp.</i>	Motomba	+	-	+	
7.	<i>Osteolaenus tetrapsis</i>	Lokekele	+	+	+	
8.	<i>Crocodilus nilateus</i>	Ngando	+	+	+	
9.	<i>Seropitecocus chays</i>	Makako (bolua)	+	-	+	
10.	<i>Colobe guereza</i>	Ligololo (makako)	+	+	+	
11.	<i>Phatagenus tricuspis</i>	Kakolo	+	-	+	
12.	<i>Python sebae</i>	Nguma	+	-	+	
13.	<i>Dermochelys</i>	Enzenze (koba)	+	+	+	
14.	<i>Eretmochelus</i>	Koba ya mai	+	-	+	
15.	<i>Chelonias mydas</i>	Koba ya zamba	+	-	+	

Source: Enquête sur terrain 2019

Légende:

RV: ressource vitale

RS: Ressource stratégique

RI: Ressource inventoriée

+: Présence

-: Absence, Inexistant

Les ressources vitales sont celles qui exclusivement à l'autoconsommation ;

Les ressources stratégiques sont celles qui sont centrées sur usage commerciaux surtout ;

Les ressources inventoriées sont celles qui ont été identifiées (observées) dans les marchés ;

Toutes ces espèces sont vendues chaque fois aux marchés locaux de Mbandaka.

6 DISCUSSIONS

Cette partie concerne l'interprétation des résultats de l'enquête précédemment présentés dans les différents tableaux.

Les résultats obtenus lors de notre recherche prouvent à l'insuffisance, le non-respect et l'exploitation irrationnelle des espèces protégées par la CITES.

Ces animaux totalement protégés sont vendus chaque semaine dans les différents marchés de Mbandaka, parmi lesquels Sokozelo occupe le premier rang, suivi du marché Basoko.

En rapport de source de provenance, le Territoire de Monkoto est le grand fournisseur de gibiers, à partir du marché Lingunda installé non loin du parc de Salonga.

Après vient Bomongo et Makanza à partir de marchés de Bobanga, lobengo, Mobenzeno; tandis que Bikoro ne fournit pas des gibiers totalement protégées à cause de la surexploitation jadis pratiquée par les peuples autochtones (pygmées).

Cet état de chose vécu dans des différents marchés de Mbandaka nous paraît inexplicable, car c'est ici le siège des institutions de la province; d'où aucune réglementation. Selon nos enquêtés les vendeurs sont ignorants de la loi en matière de la conservation et protection de la biodiversité, pour eux, les animaux ne disparaîtront jamais; ce qui justifie qu'elles n'ont aucune information sur la conservation de la faune sauvage.

Au regard de notre hypothèse du départ, nous confirmons que la population ne connaît rien de CITES et continuerons toujours à vendre les gibiers protégées, d'autant plus elles n'ont pas d'autre emploi pour leur survie.

Seules la sensibilisation et la vulgarisation des textes légaux en matière de la conservation des espèces totalement protégés par la Cites sera un atout pour une conservation durable des espèces totalement protégées.

Du point de vue réglementation: tous les vendeurs n'ont aucune notion sur la réglementation de chasse, ils sont butés de l'ignorance populaire. Ceci nous amène à ne confirmer aucune information au sujet de la loi interdisant la commercialisation de ces espèces.

Cette responsabilité est à partager avec le service de l'état concerné (service de l'environnement) qui ne fait que percevoir le frais de taxe sans mettre l'accent sur la conservation.

STRATEGIES DE CONSERVATION

Au regard des besoins de la survie, aucune mesure de conservation n'est pas envisagée, nous supposons être au dépourvu un jour tant que l'état ne fait pas un effort à appliquer rigoureusement les lois y afférentes. Ces animaux subissent des menaces qui entraîneront dans les années avenir la disparition totale de ces espèces totalement protégées par CITES.

7 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Cette étude, a porté sur la criminalité faunique des espèces animales totalement protégées, vendues sur les marchés de Mbandaka chef-lieu de la Province de l'Equateur République Démocratique du Congo (RDC), L'objectif global était d'inventorier et analyser le degré de la criminalité faunique de ces espèces, vendues dans les différents marchés de la ville de Mbandaka, en vue d'envisager quelques pistes des solutions pour une gestion durable des espèces fauniques,

Les résultats obtenus nous prouvent qu'il y a la présence avérée des animaux protégés dans les marchés locaux, ce qui nous paraît in explication surtout que Mbandaka, est le centre des institutions de la Province, où la loi sur la protection et conservation des faunes ne sont pas respecter.

Ainsi nous émettons notre hypothèse du départ selon laquelle la population vendeuse n'a aucune reconnaissance sur loi de CITES,

Nos observations à cette recherche nous ont amené aux propositions suivantes:

- Aux autorités tant nationales que provinciales:
 - Réglementer la chasse;
 - Vulgariser la CITES à travers les aires protégées de grand Equateur,
 - Mettre un programme des monitorings (surveillance) continu par la vente de ces espèces protégées;
 - Traquer les braconniers professionnels de site de provenances de ces animaux;
 - Sensibiliser les vendeurs de ces espèces de l'importance de la conservation de la biodiversité.
- Aux populations locales et vendeuses:
 - De respecter la loi de la chasse en vigueur et de dénoncer les véritables criminels;
 - Créer les projets de l'élevage d'animaux domestiques, ainsi que la pisciculture.

REMERCIEMENTS

L'ensemble des auteurs remercient tous scientifiques et les partenaires ayant contribué de près ou de loin pour la réalisation de cette recherche, en particulier le ministère de l'environnement, conservation de la nature et tourisme, Faculté des sciences de l'environnement de l'Université de Mbandaka (UNIMBA), département de l'environnement de l'institut Supérieur de Développement Rural de Mbandaka (ISDR), Ministère Provincial et la coordination provinciale de l'environnement, l'ICCN, ainsi que le WWF antenne de l'Equateur, de leurs interventions respectives en faveur de cette recherche.

REFERENCES

- [1] (2015). Aire protégée de l'Afrique centrale. P 47.
- [2] (2010). Monographie de la province du Maniema. P 32.
- [3] (2005). Liste des espèces animales totalement protégées en RDC. P 12.
- [4] Abemba, J. (1995). Anthropologie de la Province de Maniema. P 67.
- [5] Bahouayila, B. (2016). Cours de pratique des enquêtes. P 20.
- [6] Colyin, A, G. et Gautier, J, P (1999). Histoire naturelle des primates d'Afrique centrale. B.P [1]. Libreville - Gabon www.ecofac.org
Financé par le Fonds européen de développement© ECOFAC, géré par la Commission européenne et exécuté par AGRECO GEIE.
P 170.
- [7] Jonathan (2011).The Kingdon field guide to African mammals;.
- [8] London. ISBN 9780713665130.
- [9] Marray R. Spiegel (1972). Theory and problems of statistics in si units. Rensselaer.
- [10] Polytechnic Institute. New York. P 359.
- [11] Ryan, I.S.P, (2003). Birdsof Africa south of the Sahara. P 759.
- [12] Loi n° 82-002 du 28 mai 1982 portant règlementation de la chasse.
- [13] Willem. W. 2005, Evolution de la CITES 7ème Edition.
- [14] Code de l'Environnement 2010.
- [15] Charles Lonkama, (1990), Mbandaka d'hier et d'aujourd'hui, Aequatoria, Bamanya.

An investigation on effect of mean stress on bending fatigue failures of compressor valve reeds

Kévin M. Tsapi Tchoupou¹, Bertin D. Soh Fotsing², and Desire Ndjanfang³

¹Department of Petroleum Engineering, National Higher Polytechnic Institute, University of Bamenda,
P.O. Box 39 Bambili, Cameroon

²Department of Mechanical Engineering, Bandjoun University Institute of Technology, University of
Dschang, P.O. Box 134 Bandjoun, Cameroon

³Department of Mechanical and Industrial Engineering, National Higher Polytechnic Institute, University
of Bamenda, P.O. Box 39 Bambili, Cameroon

Copyright © 2021 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: Reed valves in a compressor are critical parts that have a high fatigue failure potential due to cyclic bending and impact caused by the cyclic nature of the compression process. A sudden failure of a valve renders the compressor useless. Although the refining process of methods of fatigue design has already taken more than 50 years, older criteria such as Gerber and Goodman models are still attractive for engineering design of high cycle fatigue components. This paper presents an investigation on the effect of nonzero mean stress on the design of valve reeds that are widely used in compressors. The investigation relates the choice of a mean stress compensation models, with the predicted fluctuating bending fatigue strength and estimated safety coefficient values. The calculations have been performed using Gerber, Goodman, Soderberg, ASME, Crossland, and Tsapi-Soh models. The most relevant goal of this paper is to verify the efficiency of classical and advanced stress based multiaxial fatigue criteria to estimated value of fluctuating bending fatigue strength. The criterion proposed by Tsapi-Soh was found to gives estimated value of the fluctuating bending fatigue strength very close to the typical value from technical data and satisfying results in predicting the survival of the reed valves under bending fatigue failure.

KEYWORDS: Mean stress effect, fatigue limit, fatigue criteria, safety coefficient, sandvik.

1 INTRODUCTION

Valve leaves of compressors that are supposed to work properly during compressor lifetime, experience severe bending and impact stresses during operation. Bending fracture is generated by alternating bending stresses during the valve lifting motion [1, 2]. Impact fracture is caused by alternating collisions between the valve and the valve seat (Fig. 1). Therefore, bending fatigue strength and impact fatigue strength of the reed valves play a deterministic role. According to industry studies, valve failures account for the unscheduled compressor shutdowns [3, 4, 5].

The bending stress in the flapper valve depends on the maximum deflection at the outside fiber of the strip and the modulus of elasticity. When the valve reaches to stopper, its displacement is maximum. The bending stress is calculated under this condition. Maximum bending stress is mainly distributed around valve root. For a given deflection, the material with higher modulus of elasticity can suffer from a higher bending stress.

Impact fracture is caused by alternating collisions between the valve and the valve seat. Every time a valve hits the stop when opening and the valve seat when closing, the valve material is affected by high compressive stresses induced at the impact area as well as in the seat. The formed stresses, located at the surface, are transformed into shear and tensile stresses

and will be transported through the material as elastic waves. The maximum impact stress on the valve surface can be defined as [6]:

$$\sigma_0 = v_0 \sqrt{\rho E} \quad (1)$$

As a consequence of damping properties, the stress levels will decay as the waves propagate through the material:

$$\sigma = \sigma_0 e^{-tA\sqrt{\rho E}/m} \quad (2)$$

Where v_0 is the impact velocity, ρ the materials density, t the time, m is the impacting, A the impact area, E is the modulus of elasticity; while σ_0 and σ are the initial and damped stresses, respectively.

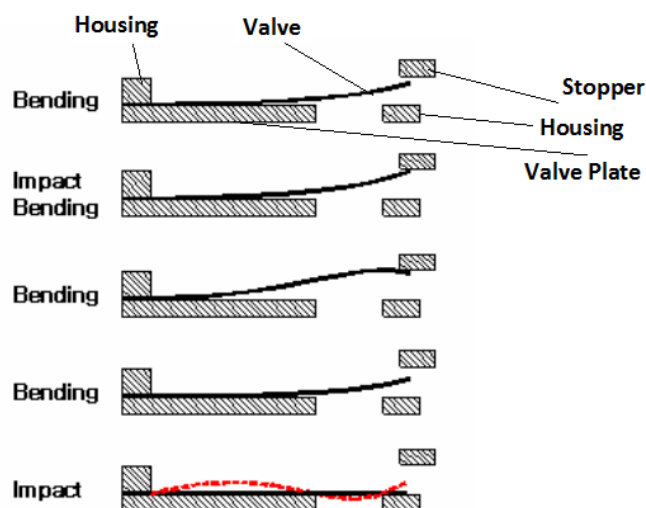


Fig. 1. Stress conditions in compressor valves during one load cycle [9]

During impact contact of a compressor valve, the crack initiation and propagation are mainly caused by induced elastic tensile stress waves and shear stress waves. However, these stress waves will decay during their travelling due to internal material damping. A typical fracture due to cyclic impact stress is when small fragments are torn off from the edges, which is usually termed as edge chipping. Valve materials for very high efficient compressors should have both high bending fatigue strength and high impact fatigue strength, and high stress damping capacity to reduce the crack propagation rate.

This impact is largely influenced by the torsional movement of the reed which makes the motion of a reed valve very complex and unmanageable in a rotary compressor. However, there is little information on the torsional movement of the reed valve in comparison to bending and impact caused by the cyclic nature of the compression process [7].

2 MATERIALS AND METHODS

Compressor valves steel must be capable of working continuously for long periods without failure. This places stringent requirements on materials, especially on bending and impact fatigue strength. Consequently, valve materials with higher fatigue strengths are required. The materials used in this study are compressor in Sandvik 20C [8], Sandvik 7C27Mo2 [9], and Sandvik Hiflex [10]. shows most the mechanical properties of the valve strip materials used in this study.

Table 1. Mechanical properties

Sandvik grade	Thickness (mm)	Tensile strength, S_{ut} (MPa)	Yield strengths, S_y (MPa)	Fatigue strength, f_{-1} (MPa)
20C	0.381	1850	1665	680
7C27Mo2	0.381	1800	1450	710
Hiflex	0.381	1900	1500	750

These strip materials have high tensile strength and high fatigue strengths under bending and impact stress conditions. Sandvik 20C is a carbon steel, meanwhile Sandvik 7C27Mo2 and Sandvik Hiflex are two martensitic, stainless chromium grades. Sandvik Hiflex is recommended particularly for use in carbon dioxide compressors for automotive air conditioning, where higher pressures and temperatures place increasing demands on the valve material.

2.1 MEAN STRESS COMPENSATION MODELS

The nonzero mean stress has a huge effect on the fatigue life and is often taken into account in the transformation process of stress amplitudes. In this investigation, the choice of mean stress compensation models in the prediction of the fluctuating bending fatigue strength of the compressor valves steel and determination of the safety coefficient in fatigue of compressor valve are discussed. Various choices of models are available in the literature; the study mainly focuses on the following models: Gerber [11], Goodman [12], Soderberg [13], ASME [14], Crossland [15] and Tsapi-Soh [16]. All the models considered, propose an equation to determine the alternating stress amplitude σ_a at the limit, for a given σ_m with ($\kappa = f_{-1}/t_{-1}$).

Gerber

$$\sigma_a = f_{-1} \left(1 - \left(\frac{\sigma_m}{S_{ut}} \right)^2 \right) \quad (3)$$

Goodman

$$\sigma_a = f_{-1} \left(1 - \frac{\sigma_m}{S_{ut}} \right) \quad (4)$$

Soderberg

$$\sigma_a = f_{-1} \left(1 - \frac{\sigma_m}{S_y} \right) \quad (5)$$

ASME

$$\sigma_a = f_{-1} \sqrt{1 - \left(\frac{\sigma_m}{S_y} \right)^2} \quad (6)$$

Crossland

$$\sigma_a = f_{-1} \left(1 - \frac{3-\sqrt{3}\kappa}{3} \frac{\sigma_m}{f_{-1}} \right) \quad (7)$$

Tsapi-Soh

$$\sigma_a = \frac{\sqrt{4\sigma_m^2 \left(\frac{\kappa^4}{9} - \frac{\kappa^2}{3} \right) + 4f_{-1}^2 - \frac{3-\kappa^2}{3} (2\sigma_m)}}{2} \quad (8)$$

2.2 BENDING FATIGUE STRENGTHS AND SAFETY FACTOR

The maximum stress applied to a compressor valve can be easily calculated thanks to commercial finite element analysis software. The stress state analysis in fatigue consists in identifying a mean and alternating stress amplitude. Due to the valve plate, the assumption is often done that the minimum stress is zero. Then, mean and alternating stress can be determined from the maximum stress: $\sigma_a = \sigma_m = \sigma_{max}/2$.

The tensile strength S_{ut} , impact fatigue strength and bending fatigue strength (f_{-1} , for $\sigma_m = 0$) at a failure rate of 5% are obtained from tests [8, 9, 10]. The fatigue limit under fluctuating bending stress, with the minimum stress equals zero (f_0) is calculated from reversed bending values using the mean stress compensation models as in

The intersection between the previous equations (Eqs. 3, 4, 5, 6, 7, 8) and the equation $\sigma_m = \sigma_a = f_0/2$, gives the calculated value for f_0 [17]. The choice of a model is very important because it defines the admissible stress, which is used in

the safety coefficient calculation. Conservative designers often use the modified Goodman criterion, while the Gerber model is used in optimistic design.

The safety coefficient n is defined as the ratio between the admissible stress and the alternating stress σ_a applied. Its value depends on the model used. In order to achieve the optimal geometry of the reed valve for the safety factor, the fatigue strength should be analyzed and determined in the design process. The various expressions of safety coefficients are listed below, based on the fact that both stresses σ_a and σ_m , vary arbitrarily; n is the factor of safety; $k_f = 1.32$ is the fatigue stress-concentration factor [18].

Table 2. Fatigue models and predicted bending fatigue strengths and safety factor ($\kappa = f_{-1}/t_{-1}$)

Models	Fluctuating bending fatigue strength	Safety coefficients
Gerber	$f_0 = \sqrt{\frac{1}{4} + \left(\frac{f_{-1}}{S_{ut}}\right)^2} - \frac{1}{2} \frac{f_{-1}}{2S_{ut}^2}$	$n_{GE} = \frac{1}{2} \left(\frac{S_{ut}}{k_f \sigma_m}\right)^2 \frac{k_f \sigma_a}{f_{-1}} \left(\sqrt{1 + \left(\frac{2\sigma_m f_{-1}}{S_{ut} \sigma_a}\right)^2} - 1 \right)$
Goodman	$f_0 = 2f_{-1} / \left(1 + \frac{f_{-1}}{S_{ut}}\right)$	$n_{GO} = \frac{f_{-1}}{k_f \sigma_a + f_{-1} \frac{k_f \sigma_m}{S_{ut}}}$
Soderberg	$f_0 = 2f_{-1} / \left(1 + \frac{f_{-1}}{S_y}\right)$	$n_{SO} = \frac{f_{-1}}{k_f \sigma_a + f_{-1} \frac{k_f \sigma_m}{S_y}}$
ASME	$f_0 = 2f_{-1} / \sqrt{1 + \frac{f_{-1}^2}{S_y^2}}$	$n_{AS} = \frac{f_{-1}}{\sqrt{(k_f \sigma_a)^2 + \left(f_{-1} \frac{k_f \sigma_m}{S_y}\right)^2}}$
Crossland	$f_0 = \frac{2f_{-1}}{\frac{1}{3} \frac{f_{-1}}{t_{-1}} \left(1 - \frac{2}{\sqrt{3}}\right) + 2}$	$n_{CR} = \frac{f_{-1}}{k_f \sigma_a + \left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{f_{-1}}{t_{-1}}\right) k_f \sigma_m}$
Tsapi-Soh	$f_0 = \frac{2f_{-1}}{\sqrt{4 - \left(\frac{f_{-1}}{t_{-1}}\right)^2}}$	$n_{TS} = \frac{f_{-1}}{\sqrt{(k_f \sigma_a)^2 + \left(2 - \frac{2}{3} \frac{f_{-1}^2}{t_{-1}^2}\right) k_f^2 \sigma_a \sigma_m + \left(1 - \frac{1}{3} \frac{f_{-1}^2}{t_{-1}^2}\right) (k_f \sigma_m)^2}}$

The material information that is being used in the calculation process of predicting a safety coefficient has been obtained from literature [19] life. shows the maximum bending stress with respect to the retainer radius. The valve is known as and its mechanical and geometrical characteristics are as follows [19]; thickness= 0.254mm, tensile stress= 1930MPa and modulus of elasticity = 201GPa.

Table 3. Retainer radius and bending stress

Valve radius (mm)	17.4	21.4	28.1	30.1	31.8	34.0	36.4	42.0	48.0	55.0	71.0
Retainer height (mm)	10.5	7.0	5.0	4.6	4.3	4.0	3.7	3.2	2.8	2.4	1.8
Bending stress (MPa)	1467	1193	908	848	800	751	701	608	532	464	360

3 RESULTS AND DISCUSSION

Fluctuating bending fatigue strength values calculated from reversed bending values are presented in Using fatigue limit stress values under reversed bending, we analyze how each model predicts the fluctuating bending fatigue strength for Sandvik valve steels (Fig. 1).

The results of the comparison of this steel grades presented in Fig. 1 shows the importance of the selection of stress compensation models on fluctuating bending fatigue strength value of the reed valves and the impact fatigue test parameters such as valve lift and impact velocity.

The results in indicate that the Crossland model is too conservative compared to Goodman model. The predicted fluctuating bending fatigue strengths using Crossland model are not realistic. However, the predictions from the Tsapi-Soh model are close to that recommended by the American Society of Mechanical Engineers (ASME), and the optimistic Gerber model.

Table 4. Calculated value for f_0

	Crossland f_0 (MPa)	Soderberg f_0 (MPa)	Goodman f_0 (MPa)	Gerber f_0 (MPa)	ASME f_0 (MPa)	Tsapi-Soh f_0 (MPa)
20C	712±712	966±966	994±994	1214±1214	1250±1250	1291±1291
7C27Mo2	743±743	953±953	1018±1018	1249±1249	1275 ±1275	1348±1348
Hiflex	785±785	1000 ±1000	1075±1075	1319±1319	1342±1342	1424±1424

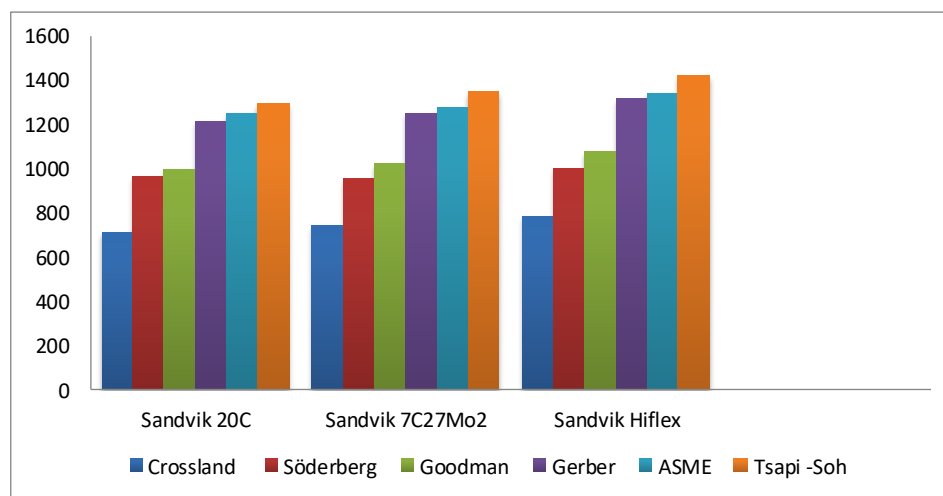


Fig. 2. Predicted fluctuating bending fatigue strength for various models and materials

From results presented in Table 5, Goodman and Soderberg models were not efficient in predicting the survival of the reed valve as for the fifth and sixth loading case as observed experimentally. Gerber and ASME elliptic were not efficient in predicting the survival of the reed valve as for the fourth loading case, however. The predictions of the Tsapi-Soh model are very close to the predictions obtained from Gerber and ASME models. Crossland model yielded similar results. Safety coefficient above 1.1 is required to ensure a conservative level of reliability, which should lead to infinite life. Safety coefficient between 1 and 1.1 imply marginal design for which the confidence level is not adequate to infinite life requirement.

Table 5. Predicted Safety coefficient for various models

Maximum Bending stress (MPa)		1467	1193	908	848	800	751	701	608	532	464	360
Failed (✓) Unfailed (✗)		✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Safety coefficient	Gerber	0.60	0.74	0.97	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.7	1.9	2.4
	Goodman	0.49	0.60	0.79	0.85	0.90	0.96	1.1	1.2	1.4	1.5	2.0
	Soderberg	0.48	0.59	0.77	0.83	0.88	0.93	1.0	1.2	1.3	1.5	1.9
	ASME	0.62	0.77	1.0	1.1	1.1	1.2	1.3	1.5	1.7	2.0	2.5
	Crossland	0.66	0.81	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.6	1.8	2.1	2.7
	Tsapi-Soh	0.64	0.78	1.0	1.1	1.17	1.25	1.3	1.5	1.8	2.0	2.6

4 CONCLUSION

This paper reported on methods for estimating the fatigue limit under fluctuating bending for reed type valves used in compressors. It was shown that the Tsapi-Soh fatigue criterion was efficient in predicting the fluctuating bending fatigue strength with results close to that used in data sheets. Moreover, the fatigue criterion was efficient in predicting the failure or survival of the reed valve under cyclic bending stress based on calculated safety coefficient.

No improvement has been observed with the Crossland and Soderberg that rendered too conservative results compared to Goodman model. The application of the proposed procedure can result in important gains in terms of time for designing high performance valves for new compressor designs or operating conditions. With the new materials, designers confronted with fatigue problems will just have to select the material with the best inherent fatigue resistant properties and safety factor. Development of new compressor reed material with higher bending fatigue limits and high impact fatigue limits are under progress.

The method presented was a first step to help designer to deal with stress results from calculation. The analysis of the stress state applied doesn't take into account the cycling effect of the load, and the resulting biaxial stress states history experienced by the valve critical mode [20].

ACKNOWLEDGMENT

The University of Bamenda is strongly acknowledged for the financial support for this research. The support of Mrs. Magnou Belinda, Mr. Ekokem Asiel, Mr. Tchoupou Salathiel, Mr. Esselem Phanuel in Christ and Nguyon Zephaniah are gratefully acknowledged.

REFERENCES

- [1] Soedel W., Design and mechanics of compressor valves, Ray W. Herrick laboratories, School of Mechanical Engineering, Purdue University, 110 - 112, 1984.
- [2] S. Dhar, "Repeated impact on fatigue fracture of carbon spring En-42J steel, " Theoretical and applied fracture mechanics, vol. 10, no. 2, pp. 165–171, 1988.
- [3] A. Burgstaller, D. Nagy, R. Almbauer, W. Lang, "Influence of the main parameters of the suction valve radius on the overall performance of a small hermetic reciprocating compressor, International Compressor Engineering Conference, Paper 1934, 2008.
- [4] G. Hatch and D. Woollatt, "The dynamics of reciprocating compressor valve springs, " International Compressor Engineering Conference, Paper 1555, 2002.
- [5] Woo S, Salilew WM, Teklay Y, et al. "Reliability design of mechanical systems such as compressor subject to repetitive stresses, " MOJ Civil Engineering, vol. 6, no. 1, pp. 12–15. 2020.
- [6] P. Malin, M. Martin, C. Guocai, "Modulus of Elasticity and Its Influence on the Performance of Flapper Valve Materials, "International Compressor Engineering Conference, Paper 1937, 2008.
- [7] Y. Xiaoling, R. Yumei, T. Qin, L. Zhao, J. Xiaofei, W. Xiaolin "Study on the torsional movement of a reed valve in a rotary compressor, " Advances in Mechanical Engineering, vol. 10, no. 6, pp. 1–10, 2018.
- [8] Sandvik Material brochure, Sandvik 20C Compressor valve steel, 2020.
[Online] <https://www.materials.sandvik/en/materials-center/material-datasheets/strip-steel/sandvik-20c-flapper-valve-steel/> (December 12, 2020).
- [9] Sandvik Material brochure, sandvik 7C27MO2 Compressor valve steel, 2020.
[Online] <https://www.materials.sandvik/en/materials-center/material-datasheets/strip-steel/sandvik-7c27mo2-flapper-valve-steel/> (December 12, 2020).
- [10] Sandvik Material brochure, Sandvik Hiflex Compressor valve steel, 2020.
[Online] <https://www.materials.sandvik/en/products/strip-steel/strip-products/compressor-valve-steel/sandvik-hiflex/> (December 12, 2020).
- [11] Gerber, W.Z. Bestimmung der zulässigen Spannungen in Eisen-Konstruktionen (Calculation of the allowable stresses in iron structures). Z. Bayer Archit. Ing. Ver, vol. 6, pp. 101–110, 1874.
- [12] Goodman, J. Mechanics Applied to Engineering; Longmans, Green & Company: Harlow, UK, 1899.
- [13] C. Soderberg, Factor of safety and working stress, Transactions of ASME, vol. 52, pp. 13–28, 1939.
- [14] Budynas, R.B., and Nisbett, J. K. Shigley's Mechanical engineering design, 9 Th Ed. McGraw-Hill, New York, 2011.

- [15] B. Crossland, "Effect of large hydrostatic pressure on the torsional fatigue strength of an alloy steel, " In Proceeding of the International Conference on Fatigue of Metals, Institution of Mechanical Engineers, pp. 138-149, 1956.
- [16] K. M. Tsapi Tchoupou and B. D. Soh Fotsing, "A new high cycle fatigue equivalent stress applied to out-of-phase biaxial stress state, " International Journal of Innovation and Applied Studies, Vol. 12 No. 3, pp. 676-684, 2015.
- [17] P. Grolier, "A method to determine the safety coefficient in fatigue of compressor valves, " International Compressor Engineering Conference, Paper 1418, 2000.
- [18] J. R. Leng, "Finite element analysis of dynamic flapper valve stresses, " Proceeding of the International Compressor Engineering Conference, West Lafayette, IN, USA, 369-375, 2000.
- [19] J. Y. Bae, J. W. Suk, Y. C. Ma, K. S. Im, "A study on the fatigue failure of valve system in rotary compressor, " International Compressor Engineering Conference, Paper 1013, 1994.
- [20] M. Hareland, A. Hoel, S. Jonsson, D. Liang, G. Chai, "Selection of Flapper Valve Steel for High Efficient Compressor, " International Compressor Engineering Conference, Paper 2330, 2014.

Quelle échelle théorique musicale référentielle des modes tunisiens ? Tbâ dhil exemple

[What referential musical theoretical scale of tunisian mode ? Tbâ dhil for exemple]

Khaled Jmel

Maitre-Assistant, Institut Supérieur de musique de Sfax, Tunisia

Copyright © 2021 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 Tunisian musical system is not yet well defined rigorously in terms of its musical scale compared to other modal systems, such as the Turkish and Persian system and now included in the Arab musical system. Given that these last two have known studies which attempt to find theoretical formulas which almost translate the magnitudes of the intervals by semantic signs which correspond to their melodic specificities. Our following study is considered a musicometric specimen to elicit researchers to reveal the nature of Tunisian tbûs (modes). We first approached the theoretical Arab models which refuted the quarter-tone system reported by the modes and rhythms committee of the Arab Music Congress in Cairo in 1932. We have proved, moreover, that through two analyzed examples of the tbâ (mode) dhil, there is no similarity in the quantities of the melodic intervals, in particular the modal notes (sukah « mi half flat », awj « si2 half flat », araq « si1 half flat ») that we were satisfied with in our objective, which evokes the dispute over the referential musical scale of this tbâ and its scalar system.

We have mentioned that the musical scale depends on the musician and his interpretation, these cultural tendencies or his usual auditory memory which has influenced his tastes and the musical culture which belongs to him, as well as by the impact of certain factors interpretation. We are ultimately looking to find a very rigorous theoretical model for this tbâ and for the other Tunisian tûbû by introducing artificial intelligence and expanding the number of recordings analyzed which can give us satisfactory results.

KEYWORDS: tbâ dhil, theoretical model, musical system, modal note, sukah, mi half flat, awj, si2 half flat, araq, si1 half flat, matlab, melodic interval, homonyms mode, tunisian, arab.

RESUME: Le système musical tunisien n'est pas encore bien défini rigoureusement au niveau de son échelle musicale par rapport d'autres systèmes modaux, comme le système turc et persan et désormais inclus dans le système musical arabe. Etant donné que ces deux derniers ont connu des études qui tentent à trouver des formules théoriques qui traduisent quasiment les grandeurs des intervalles par des signes sémantiques qui correspondent à leurs spécificités mélodiques. Notre étude suivante est considérée comme un spécimen musicométrique pour susciter les chercheurs à révéler la nature des tûbû (modes) tunisiens. Nous avons abordé au préalable les modélisations théoriques arabes qui ont réfuté le système de quart de ton rapporté par le comité des modes et rythmes du congrès de la musique arabe au Caire en 1932. Nous avons prouvé d'ailleurs qu'à travers deux exemples analysés du tbâ (mode) dhil, il n'y a pas de similarité au niveau de grandeurs des intervalles mélodiques notamment des notes modales (sukah « mi demi bémol », awj « si2 demi bémol », araq « si1 demi bémol ») que nous nous sommes contentés dans notre objectif, ce qui évoque la querelle de l'échelle musicale référentielle de ce tbâ et son système scalaire.

Nous avons évoqué que l'échelle musicale dépend de musicien et de son interprétation, ces tendances culturelles ou bien sa mémoire auditive habituelle qui lui a influencé ses goûts et la culture musicale qui l'appartient, ainsi que par l'impact de certains facteurs d'interprétation. Nous cherchons finalement de trouver un modèle théorique bien rigoureux pour ce tbâ et pour les autres tûbû tunisiens en introduire l'intelligence artificielle et élargir le nombre des enregistrements analysés qui pourront nous donner des résultats satisfaisants.

MOTS-CLEFS: tbâ dhil, modélisation théorique, système musical, note modale, sukah, mi demi bémol, awj, si2 demi bémol, araq, si1 demi bémol, matlab, intervalle mélodique, mode homonyme, arabe, tunisien.

1 INTRODUCTION

Après les écritures des érudits arabes¹ sur la théorie de l'échelle musicale inspirées des traités grecques afin de déterminer les positions des ligatures et leurs distances sur le manche de luth, la parution de la notation musicale occidentale aux XIX^{ème} siècles, a engendré une certaine complication concernant la codification de la musique arabe ainsi que sa transcription. La question qui se posait, comment écrire le système d'intonation des intervalles de la musique arabe avec ses divers langages musicaux ? Le Baron Rodolphe d'Erlanger parla de ceci : « *Si les Arabes en sont encore à discuter sur la valeur exacte à attribuer à chacun des vingt-quatre intervalles de l'octave, les Turcs sont depuis longtemps déjà tombés d'accord sur une formule définitive de l'échelle des sons*² ». Il s'est avéré notamment après le congrès de la musique arabe de Caire en 1932 qu'il est difficile de parvenir à des résultats uniformes, qui englobe tous les systèmes musicaux arabes, en se basant sur une échelle musicale tempérée de 24 quart de ton. Les conclusions adoptées par la commission de l'échelle musicale de congrès n'étaient pas assez satisfaisantes. Par conséquent, tout après le congrès, d'autres approches théoriques de divisions de l'octave se manifesta, afin d'illustrer l'ambiguïté de certaines conceptions concernant l'échelle mélodique, et de créer des signes sémantiques cohérentes et spécifiques pour tout système musical, tel que l'approche d'Ali Dārwish (1933), Taoufiq Sabbagh (1950) et Salah El-Mahdi (1966).

En l'occurrence, La musique tunisienne se plaint elle-même de l'absence d'une théorie rigoureuse qui la caractérise. Des études et des articles³ qui ont traité l'aspect analytique et théorique des cheminements mélodiques des tûbû (modes musicaux) tunisiens mais sans extraire la nature des grandeurs des intervalles mélodiques constitutifs des échelles musicales. Zied ZOUARI nous a présenté une étude rigoureuse au niveau de la description de l'échelle de *tbâ rasd dhil* et son évolution interprétative tout au long du 20^{ème} siècle⁴. Nous avons choisi également dans notre thèse de doctorat et nos travaux de recherches de suivre les études à ce propos afin de parvenir à des résultats qui peuvent renverser les pré-acquis et les idées préconçues et de persuader que notre système musical tunisien peut s'identifier par rapport aux autres systèmes arabe et turque.

Toutefois, lorsque nous transcrivons ou nous théorisons les échelles des tûbû, nous nous reposons sur la codification musicale arabe. Les notes modales seront ainsi d'une valeur quasiment de trois quart de ton. Par conséquent, il en découle une confrontation entre la théorie et la pratique, ce qui a engendré certaines polémiques et confusions entre les musiciens et les théoriciens. Pour cette raison, nous nous mettons en question toujours : quel modèle théorique pourrions-nous affirmer et utiliser pour une transcription quasi conforme ?

Certes que l'accréditation de l'oreille seulement pour mesurer les intervalles musicaux s'avère inefficace, et s'est révélée inadéquate. Notre travail présente ainsi une musicométrie des intervalles musicaux de *tbâ dhil* pour révéler ses valeurs exactes, et nous essaierons d'une autre part de formaliser une échelle spécifique. Nous tacherons donc d'entreprendre une approche analytique computationnelle comparative de deux improvisations « *Istikhbārāt* » des années 30 en se basant sur les résultats extraits du logiciel Matlab⁵.

¹ On cite :

- Ya'qub Ibn Ishaq Al-Kindi (*Risāla fī khubri sina'āt al-ta'lif*)
- Abû Nasr Al-Fārābî (*Kitāb āl -mūsīqā al-kabīr*)
- Abû Ali al-Husayn ibn Abd-Allah Ibn Sina (*Kitābû Al-Shifā*)
- Safiu-Din Abd Al-Mu'min Al-Armawi (*Kitāb Al 'Adwar fī al- mūsīqā*)

² D'ERLANGER, Rodolphe, *La musique arabe*, vol. 5, Paris, Geuthner, 2001, p. 25.

³ - MAKNI, Hafedh, *Théorie et pratique du système modal tunisien*, Thèse en musique et musicologie, Paris, Université Paris- IV Sorbonne, 1998, 503p.

- AYARI, Mondher, LARTILLOT, Olivier, « *Motivic Pattern Extraction in Music : And Application to the Study of Tunisian Modal Music* », in *Advance in end-user data mining techniques* (Joint Special Issue), ARIMA (*Revue Africaine de Recherche en Informatique et Mathématiques Appliquées*) et SACJ (*South African Computer Journal*), n°36, juin 2006, pp. 16-28.

- AYARI, Mondher, LARTILLOT, Olivier, « *Segmentation of Tunisian modal improvisation : Comparing listeners' responses with computational predictions* », in *Journal of New Music Research*, 2009, vol. 38, n°2, (CIM08 special issue), pp. 149-159.

- AYARI, Mondher, LARTILLOT, Olivier, « *Cultural impact in listeners' structural understanding of a Tunisian traditional modal improvisation, studied with the help of computational models* », in *Journal of Interdisciplinary Music Studies*, vol. 5-1, 2011, pp. 85-100.

- HACHER, Xavier, « *Proposition théorique pour l'analyse de la monodie modale : Une introduction à l'étude du répertoire tunisien traditionnel* », Les corpus de l'oralité, Paris, Delatour France, 2014, pp. 307 – 338.

⁴ ZOUARI, Mohamed Zied, *Évolution du langage musical de l'istikhbār en Tunisie au XX^e siècle : Une approche analytique musico-empirique*, Thèse de doctorat, Paris, Université Paris- Sorbonne, 2014, 307 p.

⁵ Matlab est un logiciel mathématique qui traite et analyse automatiquement les données sous forme des statistiques. On utilise pour ceci un outil d'analyse Diastema, qui est établi d'une ébauche de l'outil d'aide à l'analyse modale programmé en langage R. Par la suite, le Diastema sera traduit vers Matlab en conjonction avec MIRtoolbox, pour qu'on puisse tester par exemple les fréquences principales et leurs pourcentages, leurs occurrences et la tonique... voir ce lien <http://anas.ghrab.tn/musicologie/analyse> voir aussi : LARTILLOT, Olivier, TOIVAINEN, Petri, EEROLA, Tuomas, « *A Matlab Toolbox for Music Information Retrieval* », Conference on Digital Audio Effects (DAFx-07), Bordeaux/France, September 10-15, 2007, p.1.

2 L'IMPACT DES MUTATIONS SOCIO-CULTURELLES ET TECHNOLOGIQUES SUR L'INTONATION ET L'ÉCHELLE MUSICALE DES TUBÛ TUNISIENS

Lorsque nous parlons d'une mutation, il s'agit d'un état de métamorphose et d'influence qui contribue à implanter des nouveaux traits sur tout ce qui est matérielle ou immatérielle susceptible. La société, la culture et l'art ne sont pas des milieux figés au loin de toutes variations, ils sont vulnérables à toute influence étrangère. Pendant le 20^{ème} siècle, une imminente révolution technologique et intellectuelle se manifesta dans tous les domaines scientifiques et humains, et «*toutes les activités humaines _ dit Emile LEIPP _ se sont renouvelées sous l'influence des progrès technologiques y compris celle de la pensée*⁶ ».

La musique, en tant qu'un art et une activité culturelle, est capable d'être fusionnée et colorée par plusieurs d'autres couleurs et styles musicaux qui peuvent ainsi changer sa facette esthétique à travers les générations. La musique tunisienne savante est par excellence une musique modale de tradition orale se transmet jusqu'à l'avènement de l'écrite musicale à la fin de 19^{ème} siècle, a connu à son tour depuis plusieurs siècles des métissages culturels par la succession des différentes civilisations arabo-musulmane, turco-ottomane et berbère dans son territoire, ce qui a engendré un patrimoine musical actuel de caractères spécifiques, essentiellement ce qui concerne l'intonation musicale de ces tubû.

En effet, des mutations qui ont affecté sur le système musical modal tunisien, en mettant en exergue le rôle de la transmission orale, la mémoire musicale et leur rapport avec l'écriture musicale, ainsi que l'impact de la progression technologique et l'instrumentation ont influencé clairement sur l'intonation musicale de ces tubû et leurs échelles musicales au cours du 20^{ème} siècle. Ces aspects se manifestent de:

- a. Le rôle de la transmission orale pour indiquer la spécificité des degrés musicaux des tûbû (sukah, araq, awj). « *La mémoire individuelle et collective est aléatoire car soumise à diverse influences qui peuvent altérer le répertoire de la tradition orale*⁷ ».
- b. L'impact de l'écriture musicale adoptée du système musical arabe sur l'intonation de ces degrés.
- c. L'éthos musical est changé chez l'auditeur qui peut se changer par l'évolution de son hygiène de vie dans cette époque. L'auditeur devient en ce moment un consommateur de divers types musicaux par le biais des moyens de diffusions tel que la radio, la télévision et l'internet. En cependant, il est certain que ces moyens vont changer le jugement et le goût esthétique chez l'auditeur, inconsciemment à travers le temps quelques soit sa culture, son histoire, son appartenance patriotique.
- d. Les mutations précipitées que connaissait la société tunisienne au cours de XX^{ème} siècle à travers l'invasion culturelle occidentale et les politiques culturelles ont beaucoup changé l'orchestration par l'introduction des instruments occidentaux tel que le violon et le violoncelle, des instruments orientaux tel que le *nay* et le *qanun*. Ce qui a engendré dans ce cas-là l'absence des instruments traditionnels tel que le rabab en premier lieu et le *ûd arbi*.
- e. L'introduction de l'harmonium et le piano dans la musique tunisienne depuis le XX^{ème} siècle et l'orgue la fin de ce siècle.

Certes que les tûbû tunisiens seront influencés par ces impacts au niveau de leurs intonations musicales ainsi que la détermination des valeurs des degrés modaux de ses échelles devient ambigu au niveau de l'écoute musical. Pour cela, nous allons susciter empiriquement _ dans le prochain point de notre article _ l'hypothèse qui déduit la quête de l'unification de l'échelle musicale tunisienne.

3 LA SÉMIOTIQUE DES SIGNES D'ALTÉRATIONS ARABE

Nous voulons à ce point évoquer la légitimité d'aborder à la dimension sémantique des signes d'altérations musicales arabes à travers une perspective sémiologique, en essayant d'expliquer le sens d'altération « demi bémol » car c'est le signe le plus usuel dans la théorie des échelles musicales des tûbû tunisiens notamment dans *le tbâ dhil*. La question générale, à savoir comment déterminer la notion sémiologique des altérations mélodiques renvoie au problème général de la différenciation entre les unités émiques et les unités étiques. « *Les unités étiques _ comme nous parle Jean Jacques NATTIEZ_ (de l'anglais, phonetics) relève toutes les différences acoustiques et physiques que l'on peut observer entre deux sons. Les unités émiques (de l'anglais, phonemics = phonologie) désignent des classes de sons qui, malgré leurs différences acoustiques, constituent une même entité culturelle. Par exemple, la langue allemande distingue entre le « ch » de Kirsche (la cerise) et celui de Kirche (l'église). Par contre, en français, il*

⁶ LEIPP, Emile, *Acoustique et Musique*, Paris, 3ème Ed. Masson, 1980, p. 4.

⁷ Zghonda, Fathi, «*Les musiques populaires au Maghreb : Préservation et évolution de tradition séculaires* », Barcelone, Colloque sur les musiques méditerranéennes, 2005.

n'y a pas de différence émique entre ces deux « ch » phonétiquement distincts⁸ ». Le signe musical demi bémol est-il une unité émique ou étique ?

4 VERS UNE AUTRE MODÉLISATION THÉORIQUE QUE DE QUART DE TON

« La théorie d'un art n'est que la classification régulière de faits qui se sont produits dans la pratique de cet art, et la recherche des lois qui les régissent⁹ ». Les résultats fournis par la commission de l'échelle musicale pendant le congrès de Caire 1932 demeurent insatisfaisantes. Plusieurs tentatives ainsi par des musiciens chercheurs ont été apparues après cette date, en essayant de trouver des modèles de division qui peuvent identifier leurs musiques. Les systèmes adoptés ont été certainement distincts et les résultats obtenus ont été évidemment différents. Nous allons citer l'épistémologie des modèles les plus éminents dans le XXème siècle dont on les a déjà mentionnés au préalable, qui sont celle de Ali Darwish, Taoufiq Sabbegh et Salah Mahdi.

4.1 ALI DARWISH (LES ANNÉES TRENTE)

Ali Darwish est un musicien et enseignant syrien qui a tracé un parcours musical glorieux pendant la première moitié de XXème siècle. IL a été parmi les présents dans le congrès du Caire et membre du comité chargé d'étudier les modes et les rythmes arabe. Par sa vision innovante, il a été parmi les premiers qui ont introduit les méthodes scientifiques modernes d'étude et d'analyse des échelles musicales et les modes et les rythmes arabe, et il a employé sa méthode empirique dans les notations musicales moderne, ainsi qu'il a systématisé les méthodes d'enseignement théoriquement et pratiquement par l'introduction du solfège¹⁰. Son postulat préconisé par ses collègues¹¹ est considéré comme la première tentative systématique après le congrès du Caire. Ce modèle consiste à diviser le ton à neuf subdivisions comme suit¹² :

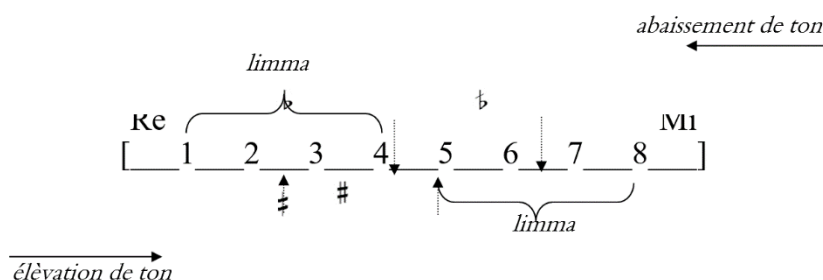


Fig. 1. Division du ton selon Darwish

L'échelle musicale de Ali Darwish élucidée dans le tome V de Baron et les écrits de son fils Mustapha Darwish est reposée selon eux sur la gamme pythagoricienne [13]. Le ton est composé de neuf commas et deux limmas séparés par un comma, dont elle correspond ainsi à « neuf commas répartis en cinq commas pour le demi-ton chromatique et en quatre commas pour le demi-ton diatonique [14] ». Par contre, à partir de cette division établie dans le schéma indiqué dans la figure 1, nous distinguons que la division employée convient au système de Holdère, dont le ton est divisé en 9 parties égales.

⁸ NATTIEZ, Jean-Jacques, « INTRODUCTION A L'ŒUVRE MUSICOLOGIQUE DE JEAN MOLINO », *Le singe musicien : Sémiologie et anthropologie de la musique*, Paris, ACTES SUD, 2009, p. 38.

⁹ FÉTIS, François Joseph, *Histoire générale de la Musique*, Tome IV, Paris, Firmin Didot frères, 1869. p. 165.

¹⁰ DARWISH, Mustapha, « Cheikh Ali Darwish : sa vie et ses affaires (1884-1956) », édit. Dar Abdelmûni'm, Alep, 2001, p. 42.

¹¹ D'ERLANGER, Baron, « La musique arabe », Tome V, p. 30.

¹² Voir :

- D'ERLANGER, Baron, *Op.cit.*, p. 28.

- DARWISH, Mustapha, *Op.cit.*, p. 42.

¹³ Les sources qui ont cité le système d'Ali Darwish ont noté que ce système est reposé sur la gamme pythagoricienne, Voir : D'ERLANGER, Baron, « La musique arabe », Tome V, p. 28-30.

DARWISH, Mustapha, *Op.cit.*, p.59.

¹⁴ JEDRZEJEWSKI, Frank, *Mathématiques des systèmes acoustiques : Tempéraments et modèle contemporains*, Paris, L'Harmattan, Avril 2003, p. 269-270.

Pour établir une division qui identifie l'échelle musicale arabe, *Ali Darwish* _ après un travail empirique cité dans le tome V de livre « la musique arabe » de Baron d'Erlanger [15] _ a choisi de placer le demi- bémol et le demi-dièse à deux commas pour abaisser et élever le son musical. Les intervalles dans cette approche sont proposés comme suit [16]:

- Dièse $\sharp$: élève le son de 5 commas et environ 113 cent à peu près,
- Demi dièse $\sharp$: élève le son 2 commas et environ 45 cent,
- Le bémol $\flat$: abaisse le son 5 commas et environ 113 cent,
- Le demi bémol $\flat$: abaisse le son 2 commas et environ 45 cent.

Cette division sembla être le modèle théorique l'idéal à adopter pour transcrire la musique orientale arabe notamment celle de la Syrie. En l'occurrence, il est évident que *Darwish* a réfuté l'emploi des quarts de ton établi par la commission en trouvant une autre division systématique, mais d'autre part, il a gardé les signes des altérations employés et indiqué dans le congrès. Cette théorie a resurgit avec *Taoufiq Sabbegh* plus tard mais avec une autre conception plus exhaustive et détaillée.

4.2 TAWFIQ SABBEGH (1950)

Dans son livre intitulé "*al-Dalil al-mūsīqī al-'ām fī atrab al-anḡham*", *Taoufiq Sabbegh* a présenté une nouvelle approche théorique du ton. Cette théorie est basée sur une division de l'octave sur 53 commas holdériens, d'où, le ton contient ainsi 9 commas. Les intervalles dans cette approche sont proposés comme suit [17]:

- Dièse $\sharp$: élève le son de 4 commas et environ 91 cent,
- Demi dièse $\sharp$: élève le son 2 commas et environ 45 cent,
- Un quart de dièse $\sharp$: élève le son 1 comma et environ 23 cent,
- Le bémol $\flat$: abaisse le son 4 commas et environ 91 cent,
- Le demi bémol $\flat$: abaisse le son 2 commas et environ 45 cent,
- Un quart de bémol $\flat$: abaisse le son 1 comma et environ 23 cent.

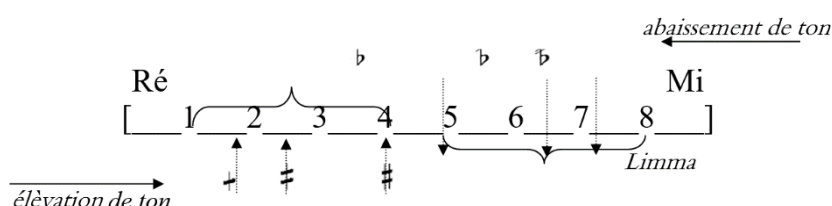


Fig. 2. Division de ton selon Sabbegh

Nous pouvons considérer d'après la figure 2 que la division faite par *Taoufiq Sabbegh* est réciproque de celle de *Ali Darwish*. Mais nous constatons que celle-ci est en discordance avec les théories basiques de la gamme naturelle. D'après les théories grecques anciennes, un ton est divisé en 9 commas; dont le bémol prend une valeur de 4 commas en abaissant le son et le dièse prend la même valeur en élevant le son.

En revanche, nous remarquons que les positions choisies pour la valeur de 4 comma semblent être arbitraires, car en revenant au système de Zarlino, nous remarquons que le bémol et le dièse prennent les mêmes valeurs de 4 [18].

¹⁵ Voir : D'ERLANGER, Baron, *Op.cit*, pp. 28 -30.

¹⁶ SABBEGH, Tawfiq, *al-Dalil al-mūsīqī al-'ām fī atrab al-anḡham*, Alep, Dār al-fikr al'ārabi, 1950, p.88.

¹⁷ *Ibid.*, p. 88.

¹⁸ Voir : LATTARD, Jean, *Intervalles, échelles, tempéraments et accordages musicaux*, Paris, Harmattan, 2013, p. 17.

4.3 SALAH AL-MEHDİ (1966)

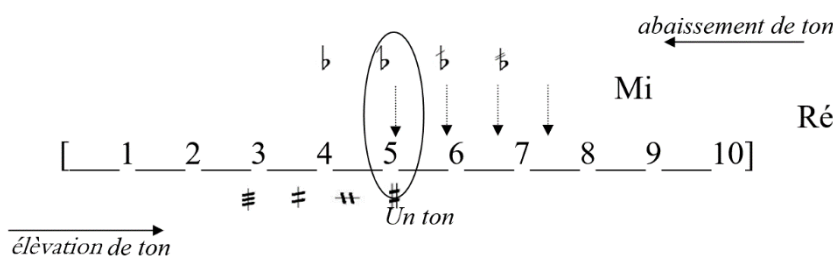


Fig. 3. Division de ton selon Salah Al-Mehdi

Salah Al-Mehdi a élucidé son modèle de division dans son livre «*maqamet al-mûsiqa al-a'rabiyyah*» après un travail empirique fait en 1966 à l'USA [19]. Ce modèle consiste à diviser le ton musical en 10 micro-intervalles, dont chaque petite unité prend une valeur de 20, 30, 40 et 50 pourcent avec l'absence de la première qui est de 10. D'après les schémas ci-dessous, nous remarquons qu'il s'agit d'un genre du système microtempéré des dixièmes de ton [20] où le tempérament occidental est présent. *Salah Mahdi* a considéré ainsi que le bémol et le dièse sont de mêmes valeurs, ce qui explique qu'on abaisse ou élève le ton par une valeur de 50 pourcent.

5 LA TRANSCRIPTION DU MALÛF TUNISIEN

Le malûf tunisien a connu différents types de notation musicale. Nous en trouvons une bonne partie a été transcrite par la notation occidentale [21], apparue dans les écritures musicales des officiers diplômés de l'Académie militaire en 1840 Bardo qui sont documentées sous formes des manuscrits, ainsi que ce type de notation est également figuré dans certaines transcriptions des musicien et une élite de voyageurs et chercheurs orientalistes [22].

En outre, nous trouvons également un autre type de notation musicale. Un grand nombre de manuscrits se sont transcrits par des notes musicales en lettres alphabétique arabe, inspirées et adoptées des écritures théoriques de l'ancien érudit de l'école systématique arabes (Safi eddine Al-Ûrmawi 13^{ème} siècle). Ces manuscrits présentent les témoignages de *Ahmed Wafi* et de *Mohammed Ghanem*, afin de documenter des exemples de Mâlûf d'aljid (musique confrérique) et le répertoire classique tunisien, au cours de la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e siècle [23]. Un troisième type de transcription c'est une écriture en notation musicale moderne arabe en utilisant les altérations spécifiques des notes modales des tbû (mi demi bémol, si demi bémol) au vingtième siècle dans divers écrits musicaux de même musiciens (*Mohammed Ghanem et Ahmed Wafi*) ainsi que les transcriptions de la Rashidiya (les recueils du mâluf «*Asfar al-mâlûf*») et des autres.

5.1 L'HOMONYME DES TÛBÛ TUNISIENS

Le système théorique qui décrit les échelles des tûbû tunisiens nous montre qu'il s'agit d'une relation d'homonymie entre ces échelles. Ces tûbû se différent essentiellement par:

¹⁹ MAHDI, Salah, *Al-Maqamat al-mûsiqiyah al-a'rabiyyah*, Ministère de la culture, Tunis, 1986, p.13.

²⁰ JEDRZEJEWSKI, Frank, *Mathématiques des systèmes acoustiques : Tempéraments et modèle contemporains*, Paris, L'Harmattan, Avril 2003, p. 272.

²¹ Nous pouvons dire une notation diatonique.

²² Voir :

- ROUANET, Jule, « *La musique arabe dans le maghreb* », Encyclopédie de Lavignac, t.V, Paris, Delagrave, 1922, p. 2879.

- LAFFAGE, Antonin, *La musique arabe : ses instruments et ses chants (A la recherche de la musique arabe)*, 1^{er} fascicule, Mission en Tripolitaine, sans pays, 1906, p. XXIX.

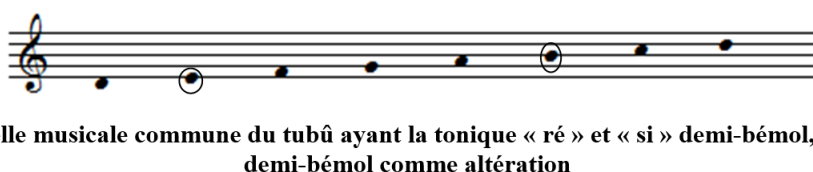
²³ Voir les manuscrits dans le lien suivant de l'archive du Baron d'Erlanger : <http://ennejma.tn/archives/fr/category/archives-du-cmam/>

- Rahawi, rasd dhil, maya, dhil: tonique « do »



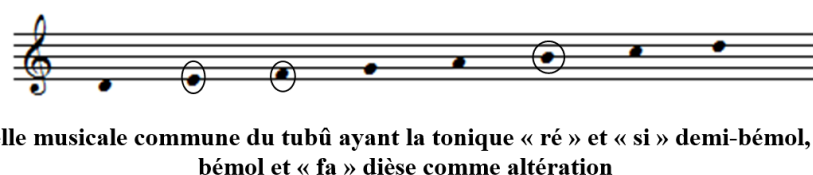
Nous montrons d'après cette figure que les quatre tubû ont la même échelle musicale théorique et la note tonique « do ». Mais, ils se différencient notamment par leurs aspects mélodiques et leurs notes pivots qui les caractérisent, ainsi que nous supposons que les grandeurs de leurs notes modales « mi » et « si » sont bien distinctives et différentes.

- Hsin, raml maya, ara: tonique « ré »



Ces tubû homonymes ont une même échelle musicale théorique et la même note tonique « ré ». Sauf que les grandeurs de leurs notes modales « mi » et « si » peuvent être différentes dans l'interprétation musicale.

- Isbaiyn et raml: tonique « ré »



Le système musical tunisien se caractérise par deux modes semblables quasi identiques Isbaiyn et raml ayant la note tonique « ré », mais ils se différencient essentiellement par leurs notes pivots.

- Nwa, rasd: tonique « ré »



Ces deux tûbû se différencient par leurs aspects mélodiques, le rasd se caractérise par son pentatonisme, alors que le nwa ressemble partiellement le rasd par son mouvement pentatonique qui se fait au niveau de tétracorde supérieur, mais il se caractérise par la successivité de ses notes dans son tétracorde de la note tonique « ré ».

6 LA QUERELLE DE L'ÉCHELLE MUSICALE RÉFÉRENTIELLE DU TBÂ DHIL ET SON SYSTÈME SCALAIRE

« Chaque peuple a fait lui-même sa gamme, dirigé, à son issue, par un sentiment intime de certaines relations de sons... la théorie d'un art, ne le précède pas dans ses créations; elle le suit [24] ». Ainsi, les sons musicaux perçus _dit R. FRANCES_ sont « intégrés dans un système scalaire; c'est-à-dire entendus comme des degrés d'une échelle ayant un point de départ, la tonique (1^{er} degré) et sept autres degrés compris dans l'octave... Chaque son est donc implicitement référé à un niveau acoustique, c'est-à-dire à une

²⁴ FÉTIS, François Joseph, *Op.cit.*, p. 165.

note déterminée [25] ». Nous voulons présenter les (*ajnas*) tétracordes constituant de ce *tbâ* et ses degrés modaux (indiqués en cercle), indépendamment de leurs valeurs.

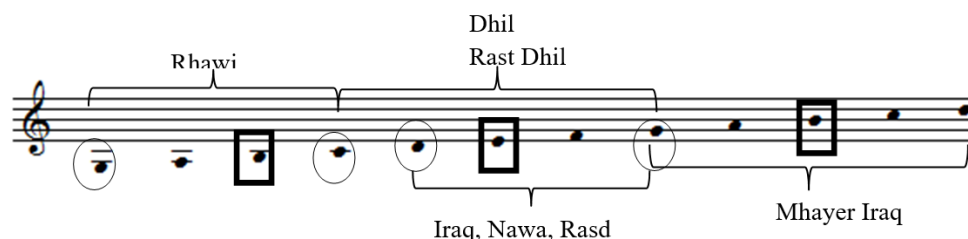
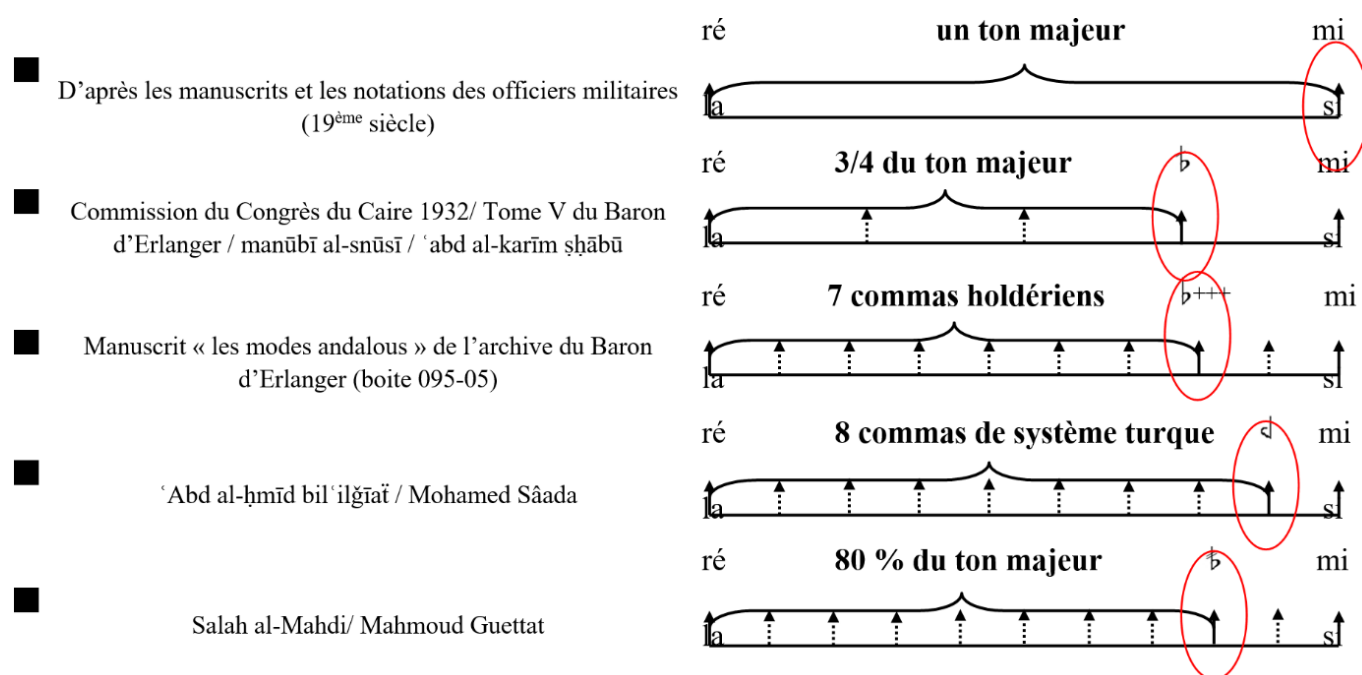


Fig. 4. Echelle musicale du *tbâ dhil* et ses notes modales

D'après la figure 4, les notes modales du *tbâ dhil* sont le 3^{ème} degré (la médiane), le 7^{ème} degré et la sous tonique. Chaque une de ces notes a une valeur à l'environ de trois quart de ton. Mais nous remarquons d'après l'échelle que ces notes peuvent être employées dans certains tétracordes (*ajnas*) différents selon le contexte musical. Ainsi, le *nawa* et le *Rasd ûbaydi* ont quasiment les mêmes valeurs de « *mi* » qui sont à l'environ d'un ton majeur. Par contre, cette note dans le tétracorde *iraq* est aux alentours d'un trois-quarts de ton. Ensuite, la note « *si* » ne se trouve que dans un seul tétracorde supérieur *Mhayer iraq* et inférieur *Rhawi*.

Les transcriptions et les théorisations de ce *tbâ* dans plusieurs notations ont suivi des modèles distincts pour déterminer les signes des notes modales. Le schéma 1 ci-dessous peut nous montrer ces différents signes et la querelle de ces valeurs spécifiques.



Schémas 1 représentatif des différents modèles théoriques établis pour la transcription du *tbâ dhil*

²⁵ FRANCES, Robert, *La perception de la musique*, 2^{ème} édition, Paris, J. VRIN, 2002, p. 75.

7 ETUDE ANALYTIQUE EMPIRIQUE DE L'ÉCHELLE MUSICALE DE DEUX IMPROVISATIONS SUR LE ÛD TUNISIEN PAR MATLAB

Aujourd'hui _dit Marie-Noëlle HEINRICH_ « le musicien, devenue en quelque sorte un "broyeur du passé" tente de comprendre et de maîtriser les lois de l'acoustique, pour en faire un mode de production d'une nouvelle matière sonore [26] ». L'approche acoustique ainsi demeure actuellement parmi les principales préoccupations des musiciens et chercheurs en raison de son importance dans la détermination et la compréhension du côté physique de la musique. Cette discipline dans la recherche musicologique nécessite l'invention des logiciels qui permettent l'étude des sons musicaux par les traiter et les analyser, et l'utilisation de techniques audionumériques s'est développée dans ce domaine. Elle consiste à étudier l'objet sonore de son côté physique et sensoriel, et mène à définir ses caractéristiques. En plus, elle s'appuie essentiellement sur l'expérience et le travail empirique qui mène à extraire des lois théoriques et mathématiques, ainsi qu'il permet des mesures scientifiques précises des caractéristiques du son.

En revanche, nous avons besoin de ces moyens de la technologie informatique dans les recherches ethnomusicologiques qui sont mis en faveur d'étudier les styles musicaux populaires des traditions musicales non écrites de diverses régions de la Tunisie, et de faire des travaux de recherches rigoureuses, et qui ont contribué à l'essor de ce domaine. Ainsi, nous allons exposer dans cet écrit une étude empirique du *tbâ dhil*, dont nous allons extraire et analyser les fréquences principales des divers enregistrements sonores joués par deux musiciens tunisiens imminents: Khmeis TARNEN et Mohamed Ben ABDESSELEM. Cette analyse a pour but l'étude de l'échelle musicale de ce tbâ, la détermination et l'enjeu des grandeurs de ces notes modales « *sikah awj araq* » et de la méthodologie à suivre pour les écrire théoriquement. Par la suite, nous allons tenter de comparer entre les deux résultats pour savoir l'évolution de ces valeurs.

7.1 D'APRÈS L'IMPROVISATION DE « KHMEIS TARNEN » 1932

L'improvisation choisie de *Khmeis Tarnen* a été interprétée avec le luth tunisien (ûd Arbi) au congrès du Caire en 1932. En outre, cette improvisation a été interprétée dans une octave dessus, dont la note tonique du tbâ devient le « do » (Kirdane) au lieu de « do » (rast). Nous allons traiter avec Matlab l'échelle musicale interprétée par le musicien, dont nous allons extraire les valeurs des intervalles en se focalisant sur le 3^{ème} et 7^{ème} et la sous- tonique qui sont les notes modales du tbâ.

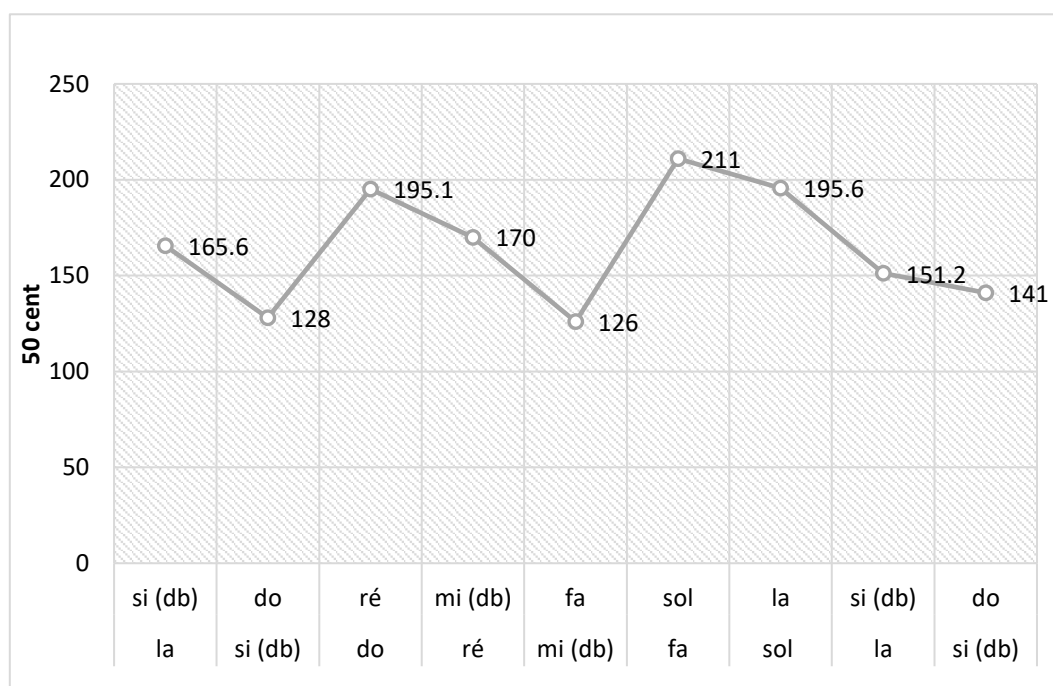


Fig. 5. La moyenne de valeurs des intervalles mélodiques en cent d'après les résultats de l'improvisation

²⁶ HEINRICH, Marie-Noëlle, « Création musicale et technologies nouvelles : mutation des instruments et des relations », L'Harmattan, Paris, 2013, p. 17.

Nous distinguons d'après la figure 5 que le degré « Mi (*Sikah*) » affiche un intervalle de 170 cent de la note « Ré (*Dukah*) » qui équivaut approximativement à 6/7 de ton majeur (≈ 174 cent). Cette division est issue du système de *Paul Von JANKO* qui est un système à 41 degrés, étudié par nombreux théoriciens du XIX^e siècle. Ce dernier le considérait comme le meilleur système entre 12 et 53 sons par octave [27]. Ce système est adopté comme une suggestion pour théoriser l'échelle musicale arabe, présenté par Kamel FERJANI dans une étude publiée dans la revue (la recherche musicale « *Al-Baith Al-mousiqi* ») en 2003.

Par ailleurs, la note « Si (*awj*) » est très proche d'une valeur 7 comma Hodler (≈ 159 cent), lorsqu'elle est située de 156 cent à la note « La (*hussayni*) ». Nous distinguons une différence de 9 cent entre la valeur de ce degré et son octave dessous (*araq*), dont la figure 6 a affiché un intervalle (*uchayran-araq* « *La-Si db* ») de 165 cent. Cette différence est supposée négligeable, elle est aux alentours de 7 commas Holder. D'autre part, nous remarquons que les intervalles [*Rast* – *Dukah* (*do* – *ré*)], [*Djaharkah* – *Nawa* (*fa* – *sol*)] et [*Nawa* – *Hussayni* (*sol* – *la*)] ne sont pas stables dans l'improvisation, ils ont subi des fluctuations par rapports la valeur d'un ton majeur de 204 cent.

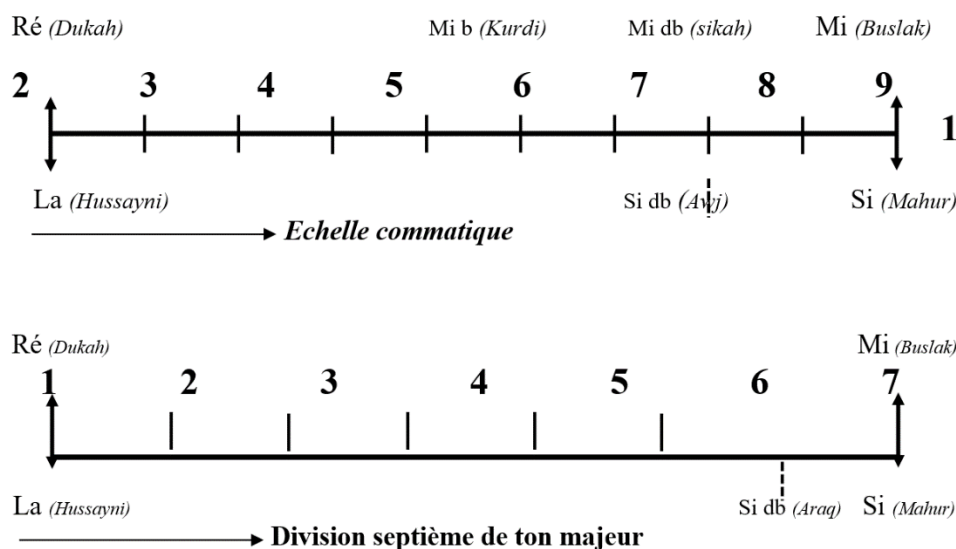


Fig. 6. Présentation figurée des valeurs des notes modales

7.2 D'APRÈS L'IMPROVISATION DE «MOHAMED BEN ABDESSLEM» LES ANNÉES 30

Cette improvisation de Mohamed BEN ABDESSLEM est témoignée dans les disques DK datant vers les années 30 du XX^e siècle. Ce disque contenant seulement deux enregistrements, une improvisation dans le tbâ *dhil* que nous allons l'analyser, et une autre dans le tbâ *araq*. Ce musicien était très nommé à son époque mais son nom n'était pas assez mentionné dans les écrits sur les musiciens de la première moitié du 20^e siècle. Il était cité seulement dans les ouvrages qui parlent de l'établissement de l'école *la Rachidia* en 1934, lorsqu'il a été un membre de son comité [28]. Cette improvisation a été interprétée comme l'improvisation précédente dans une octave dessus, dont la note tonique du tbâ devient le « do » (Kirdane) au lieu de « do » (*rast*).

²⁷ JEDRZEJEWSKI, Frank, *Mathématiques des systèmes acoustiques : Tempéraments et modèle contemporains*, Paris, L'Harmattan, Avril 2003, p. 261.

²⁸ Pour plus de détails, voir ces ouvrages :

SKANJI, Mohamed, *Khmeis TARNEN*, Tunis, Edit. Kehia, 1981, p. 27.

SKANJI, Mohamed, *La Rachidia : l'école de la musique et de chant arabe en Tunisie*, Tunis, Edit. Kehia, 1986, p. 27-29.

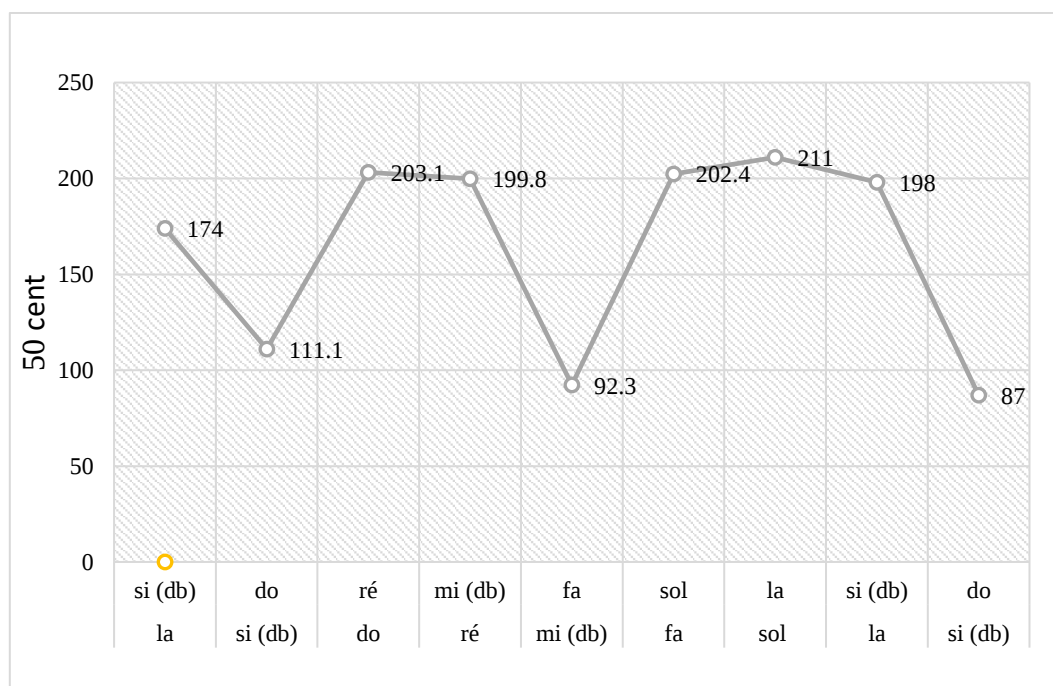


Fig. 7. La moyenne de valeurs des intervalles mélodiques en cent d'après les résultats de l'improvisation

Nous distinguons d'après ce diagramme que les valeurs des intervalles (*Dukah-Sikah* « Ré-Mi db ») et (*Hussayni-Awj* « La-Si db ») sont presque les mêmes, aux alentours de 199 cent. Cette valeur est proche d'un ton majeur (204 cent), d'où on peut citer que les degrés *Mi* et *Si* ne correspondent pas réellement dans cet exemple les degrés arabes (*Sikah* « Mi db ») et (*Awj* « Si db »), par contre ils donnent les valeurs des degrés (*Buslak* « Mi ») et (*Mahur* « Si »).

En revanche, nous remarquons que la valeur de l'intervalle (*uchayran-araq* « La-Si db ») est équivalent à 174 cent ce qui est conforme au 6/7 du ton majeur, et différent de la valeur de son octave (*Awj*). La figure 8 nous élucide les positionnements théoriques des divers degrés musicaux dont la division établie dans cet exemple est une division septième de ton majeur comme elle est indiquée:



Fig. 8. Présentation figurée des valeurs des notes modales

7.3 COMPARAISON ENTRE LES DEUX EXEMPLES

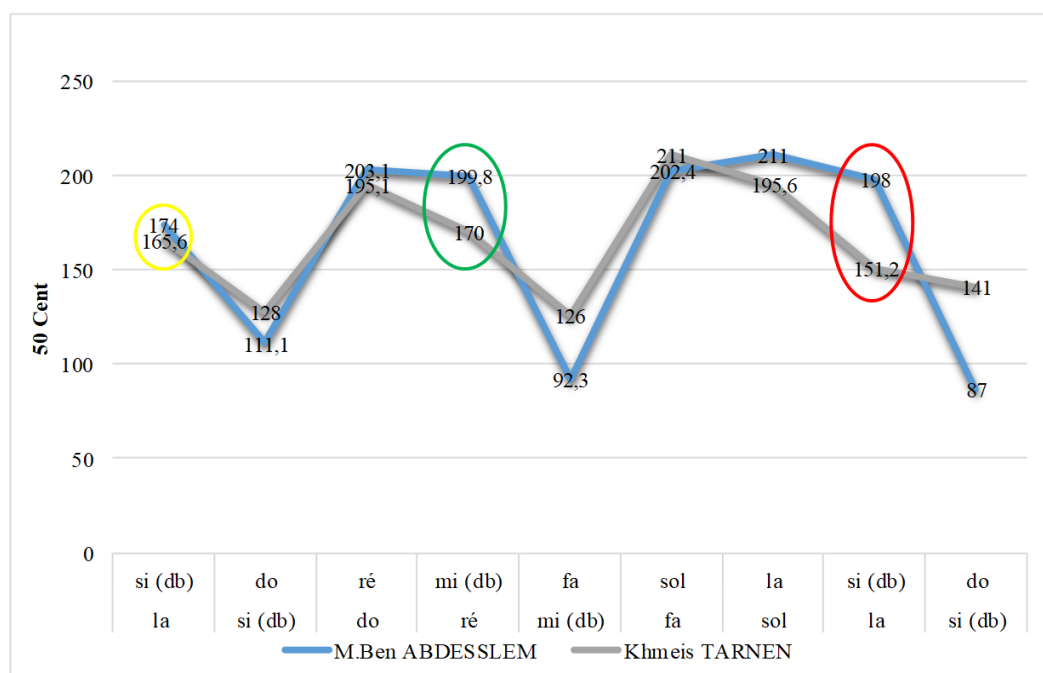


Fig. 9. Courbe Comparative entre les deux exemples

D'après les deux exemples analysés, nous suppose que l'échelle musicale dépend de musicien et son interprétation ainsi que par l'impact des facteurs d'interprétation instrumentale (l'attraction entre les notes musicales et le vibrato). Cela peut se différer selon les tendances culturelles de l'interprète, ces perceptions musicales ou bien sa mémoire auditive habituelle qui lui a influencé ses goûts et la culture musicale qui l'appartient. Nous remarquons à partir de ce tableau 1 qu'il y a une différence bien claire entre les valeurs des notes modales (*sikah*, *awj*, *araq*) dans les deux exemples. Il est remarquable que l'interprétation de *BEN ABDESSELEM* s'approche de la gamme majeure mais avec abaissement de l'intervalle (la - si « *Uchayran / Araq* ») par un 1/7^{ème} du ton majeur, ce qui convient l'échelle théorique de la division septième.

Tableau 1. Comparaison entre les valeurs des notes modales

	Mohamed BEN ABDESSELEM	Khmeis TARNEN
<i>Dukah / Sikah</i>	199.8 ≈ Ton majeur	170 ≈ 6/7 du ton
<i>Hussayni / Awj</i>	198 ≈ Ton majeur	156 (≈159 cent)
<i>Uchayran / Araq</i>	174 ≈ 6/7 du ton	165.6

8 CONCLUSION

L'étude élaborée présente un essai d'une musicometrie des intervalles musicaux de *tbā dhil* dans le but de révéler ses valeurs exactes, et de formaliser une échelle spécifique.

Nous avons taché à cet égard d'entreprendre une approche analytique computationnelle comparative de deux improvisations « *Istikhbārāt* », sur le *ūd* tunisien, datant des années 30.

Les résultats établis par Matlab des exemples choisis nous ont révélé une différence bien claire entre les valeurs des notes modales (*sikah*, *awj*, *araq*) interprétées par chacun des deux musiciens tunisiens imminents de la même époque.

En revanche, notre objectif à partir de cette humble étude est de continuer les travaux empiriques à ce propos. Par conséquent, nous poursuivons par l'introduction de l'intelligence artificielle qui vient d'être adopté par une nouvelle génération des chercheurs musicologues pour réaliser ce type des travaux empiriques bien rigoureux afin d'avoir des résultats traités facilement et rapidement sur la musique modale tunisienne.

REFERENCES

- [1] LEIPP, Emile, *Acoustique et Musique*, Paris, 3ème Edi. Masson, 1980, p. 4.
- [2] BEYHOM, Amine, "Approche systématique de la musique arabe: genres et degrés système", in *De la Théorie à L'art de l'Improvisation: Analyse de Performances et Modélisation Musicale*, Culture et cognition musicales, Paris, Edit. Delatour France, décembre 2005, p. 25-114.
- [3] BEYHOM, Amine, "Mesures d'intervalles, méthodologie et pratique", in *Revue des Traditions Musicales des Mondes Arabe et Méditerranéen - RTMMAM*, Paris, Université Antonine Paris IV, 2007, p. 181- 236.
- [4] DALMEDICO, Amy Dahan, "Variations sur les modèles en sciences", *Observation, analyse, modèle: Peut-on parler d'art avec les outils de la science ?*, Dir. Jean-Marc Chouvel et Favien Lévy, IRCAM, Paris, l'Harmattan, 2002, p. 111-119.
- [5] DARWISH, Mustapha, "Cheikh Ali Darwish: sa vie et ses affaires (1884-1956)", édit. Dar Abdelmûni'm, Alep, 2001, 129p.
- [6] DUSSAULT, R., "Notice explicative sur les commas dans les divers systèmes acoustiques", *Théorie complète de la musique*, de Jacques CHAILLEY et Henry CHALLAN, t.II, Paris, Alphonse Leduc, 1951, pp. 68.77.
- [7] FÉTIS, François Joseph, *Histoire générale de la Musique*, Tome IV, Paris, Firmin Didot frères, 1869. 555p.
- [8] FRANCES, Robert, *La perception de la musique*, 2ème édition, Paris, J. VRIN, 2002, 422p.
- [9] GARGOURI, Hassen, "Musique andalou-tunisienne entre tradition orale et essai de formalisation: Préambule d'une typologie structurelle des ajnes analogues", *Institut Supérieur de musique*, 1er Congé international de discours musical et la question de l'identité, Sfax- Tunisie, Avril 2013, pp. 95-104.
- [10] GUETTAT, Mahmoud, "La Tunisie dans les documents du congrès du Caire", *Musique Arabe: Congrès du Caire 1932*, CEDEJ, Ann Arbor/ USA, Université de Michigan, 1992, p. 69- 86.
- [11] GUETTAT, Mahmoud, "Visage de la musique tunisienne", in *Institut des belles lettres arabes (IBLA)*, n° 150, Tunis, 1982, p. 227- 240.
- [12] GUETTAT, Mahmoud, *La musique arabo-andalouse: L'empreinte du Maghreb*, Paris, El-Ouns, 2000, 528p.
- [13] GUETTAT, Mahmoud, *La musique classique du Maghreb*, Paris, Sindbad, 1980, 398p.
- [14] HACHER, Xavier, "Proposition théorique pour l'analyse de la monodie modale: Une introduction à l'étude du répertoire tunisien traditionnel", *Les corpus de l'oralité*, dir. AYARI, Mondher, Paris, Delatour France, 2014, pp. 307 – 338.
- [15] HEINRICH, Marie-Noëlle, "Création musicale et technologies nouvelles: mutation des instruments et des relations", L'Harmattan, Paris, 2013, 300p.
- [16] JEDRZEJEWSKI, Frank, *Mathématiques des systèmes acoustiques: Tempéraments et modèle contemporains*, Paris, L'Harmattan, Avril 2003, 367p.
- [17] LAFFAGE, Antonin, *La musique arabe: ses instruments et ses chants (A la recherche de la musique arabe)*, 1er fascicule, Mission en Tripolitaine, sans pays, 1906, 67p.
- [18] LARTILLOT, Olivier, TOIVIAINEN, Petri, EEROLA, Tuomas, "A Matlab Toolbox for Music Information Retieval", *Conference on Digital Audio Effects (DAFx-07)*, Bordeaux/France, September 10-15, 2007, 8p.
- [19] LATTARD, Jean, *Intervalles, échelles, tempéraments et accordages musicaux*, Paris, Harmattan, 2013, 241p.
- [20] MOLINO, Jean, *Le singe musicien: Sémiologie et anthropologie de la musique*, Paris, ACTES SUD, 2009, 489p.
- [21] SABBEGH, Tawfiq, *al-Dalil al-mūsiqi al-ʿām fi atrab al-anḡham*, Alep, Dār al-fikr al-ʿarabi, 1950, 220p.
- [22] SKANJI, Mohamed, *Khmeis TARNEN*, Tunis, Edit. Kehia, 1981, 94p.
- [23] SKANJI, Mohamed, *La Rachidia: l'école de la musique et de chant arabe en Tunisie*, Tunis, Edit. Kehia, 1986, 120p.
- [24] ROUANET, Jule, "La musique arabe dans le maghreb", *Encyclopédie de Lavignac*, t.V, Paris, Delagrave, 1922, p.2813- 2939.
- [25] ZOUARI, Mohamed Zied, "Evolution du discours musical de l'istikhar à travers le XXe siècle: Approche syntagmatique paradigmatique", *Congrès international de discours musical et la question de l'identité*, Sfax/ Tunisie, Institut supérieur de musique, 2 Avril 2014, pp. 19- 47.
- [26] "Manuscrit sur les 26 modes andalous", archives du Baron d'Erlanger, Centre de musique arabe et méditerranéenne: Ennejma Zahra, boîte 095-05, p. 3.
- [27] <http://ennejma.tn/archives/fr/2018/11/28/095-05-manuscrit-les-modes-arabes-les-modes-andalous/>.

Identification des dates de démarrage et de fin des saisons des pluies à Pointe-Noire (République du Congo)

[Identification of the start and end dates of the rain seasons in Pointe-Noire (Republic of Congo)]

Martin Massouangui-Kifouala

Enseignant-chercheur, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines, Université Marien Ngouabi, Brazzaville,
Republic of the Congo

Copyright © 2021 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: Although doomed to multiple constraints, urban and peri-urban agriculture contributes to the fight against unemployment and food insecurity. This article analyzes the behavior of the rainy seasons on which agricultural planning is based. Two methods were used to analyze the precipitation data: agronomic criteria and frequencies. The main results show that the Pointe-Noire agglomeration has a bimodal rainfall regime. This offers two possibilities to cultivate in the year. But, the rainy seasons are very random. The starts tend to be more and more late while the early endings. And the lengths of the rainy seasons are getting shorter over the years.

KEYWORDS: Republic of Congo, Pointe-Noire, agriculture, food security, rainy seasons.

RESUME: Bien que vouée à des multiples contraintes, l'agriculture urbaine et péri-urbaine contribue à la lutte contre le chômage et à l'insécurité alimentaire. Cet article analyse le comportement des saisons des pluies sur lesquelles est calqué le planning agricole aussi bien en milieu urbain que rural. Deux méthodes ont été utilisées pour analyser les données des précipitations journalières: les critères agronomiques et les fréquences. Les principaux résultats montrent que l'agglomération de Pointe-Noire a un régime pluviométrique de type bimodal. Ce qui offre deux possibilités de cultiver dans l'année. Mais, les saisons des pluies sont très aléatoires. Les démarrages ont tendance à être de plus en plus tardifs alors que les fins précoces. Et les durées des saisons des pluies se raccourcissent au fil des années.

MOTS-CLEFS: République du Congo, Pointe-Noire, agriculture, sécurité alimentaire, saisons des pluies.

1 INTRODUCTION

Avec plus de 7 milliards d'habitants [1], la planète Terre est aujourd'hui confrontée à un problème de satisfaction des besoins alimentaires de sa population [2]. Ce problème se pose avec acuité en zones urbaines devenues en l'espace de quelques années le lieu de vie de plus de la moitié de la population [3]. La sécurité alimentaire en milieu urbain est encore plus préoccupante dans les villes des pays du Sud en général et d'Afrique sub-saharienne en particulier, déjà confrontées à un taux de pauvreté important ([4]; [5]) et des conflits armés [6].

Dans ce contexte, la réflexion sur l'agriculture urbaine et péri-urbaine trouve toute son importance. Le nombre des citoyens africains impliqués dans l'agriculture urbaine est élevé. La FAO, dans son état des lieux sur l'agriculture urbaine en Afrique, estime que 40% des ménages urbains d'Afrique subsaharienne ont des activités agricoles en ville [7]. Des nombreux travaux menés à l'échelle mondiale et de l'Afrique sont consacrés sur cette activité. Ils peuvent être répartis en deux grands axes de recherches. Le premier axe fait une analyse de la multifonctionnalité, la fonction alimentaire, la dimension essentiellement commerciale de l'agriculture urbaine et péri-urbaine ([8]; [9]; [10]; [11]; [12]; [5]). Le deuxième axe porte sur les contraintes au développement de l'agriculture périurbaine et urbaine. Les principales contraintes identifiées sont: précarité et coût de l'accès au foncier, manque de durabilité écologique des systèmes de production et instabilité des marchés ([13]; [8]; [14]). Mais rares sont des travaux qui analysent l'influence des fluctuations climatiques sur l'agriculture urbaine et péri-urbaine.

La présente contribution s'intéresse au déroulement des saisons des pluies dans l'agglomération de Pointe-Noire située dans la partie sud-ouest du Congo, plus précisément entre les latitudes 4° et 5° sud et les longitudes 11°30" et 12° est. Elle est limitée au nord par la Rivière Rouge, au sud par le village Ndjemo et l'Océan Atlantique, à l'Est la de Ngondji (ex-Patra) à l'ouest l'Océan Atlantique (fig.1). Elle s'étend sur une superficie d'environ 15 400 hectares [15]. Avec une population estimée à 1313279 habitants en 2020 [15], soit 36% de la population totale du pays et une densité de 16369,2 hab/ km², Pointe-Noire est la deuxième agglomération du Congo, mais plus densément peuplée que Brazzaville (13733,8 hab/ km²). Sa population contribue pour près de 30% du produit intérieur brut. Qualifiée de capitale économique du pays grâce à ses structures socio-économiques (secteurs pétrolier, ferroviaire, portuaire et industrielle), l'agglomération de Pointe-Noire exerce une attraction considérable sur les populations rurales qui est la recherche d'un mieux-être [15].

Cet afflux de population rurale pose le problème de sa subsistance quotidienne. Les ruraux qui y arrivent, faute d'emplois, sont obligés de reproduire les activités qu'ils menaient jadis au village, particulièrement l'agriculture pluviale. Sur un total de 15870 ménages, 8776 vivent des activités agricoles: agriculture pluviale et le maraichage [16]. C'est en fait l'expression d'un malaise économique (chômage, sous-emploi, pauvreté) qui a conduit une partie de la population citadine à inventer de nouvelles solutions pour s'assurer d'un revenu [17].

L'agriculture péri-urbaine et urbaine qui sert de relais à l'agriculture en milieu rural dans le cadre d'approvisionnement en denrées agricoles est moins documentée en République du Congo. Néanmoins, le climat de la République du Congo en général et du Sud Congo en particulier fait l'objet des multiples investigations scientifiques. Les différentes recherches se sont portées sur l'analyse des précipitations au pas de temps annuel, saisonnier et mensuel [18] et attestent à l'existence d'une variabilité sur laquelle se surimpose une baisse graduelle des précipitations.

Ce déficit a des effets pervers sur les activités socio-économiques des populations congolaises en générale et sur la production agricole en zone rurale en particulier. La disparition des certaines variétés culturales, le calage des cycles culturaux, la baisse de la production agricole et le réajustement du calendrier agricole ([19]; [20]; [21]; [22]; [23]) sont les conséquences les plus citées. Ces problèmes émanent des difficultés à identifier les dates de semis et les durées des saisons pluvieuses. C'est dans cette perspective que nous nous proposons de mener une étude sur l'identification des dates de démarrage et de fin des saisons des pluies qui intéresse particulièrement le monde paysan dans l'agglomération de Pointe-Noire.

La détermination des dates de début et de fin de saison des pluies tout comme leurs durées sont des questions cruciales dans tous les pays qui dépendent de l'agriculture pluviale. C'est le cas dans une bonne partie de l'Afrique tropicale [24]. L'agriculture essentiellement pluviale est extrêmement sensible aux fluctuations saisonnières et intra-saisonnières des précipitations [25]. En effet, cette étude est indispensable pour mieux ajuster la durée du cycle des cultures au rythme actuel des précipitations.

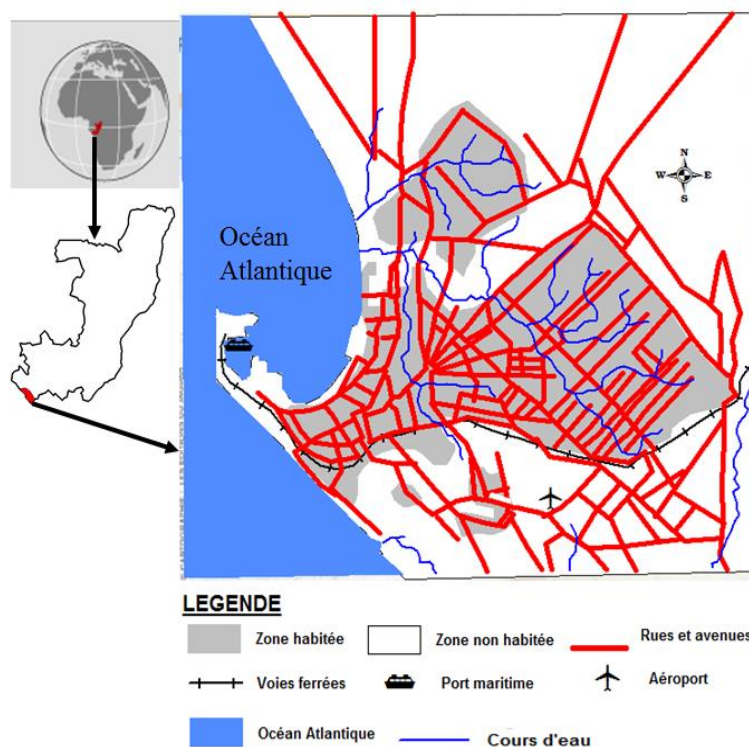


Fig. 1. Pointe-Noire

2 DONNEES ET METHODES

2.1 DONNEES

Les données climatiques utilisées dans le cadre de cette étude ont été collectées auprès de la Direction de la Météorologie de la République du Congo. Il s'agit des valeurs des précipitations au pas de temps journalier de la station synoptique de Pointe-Noire. Elles couvrent la période allant du 1^{er} juillet 1932 au 30 juin 2017, conformément au calendrier agricole de la zone.

2.2 METHODES

2.2.1 DÉTECTION DE DATES DE DÉMARRAGE ET DES DATES DE FIN DES SAISONS DES PLUIES

Depuis les années 1970, les études menées sur le démarrage de la saison des pluies se multiplient dans le monde ([26]; [27]; [28]) et particulièrement en Afrique. Plusieurs méthodes sont proposées dans la littérature. Elles sont fondées sur de critères agronomiques ([29]; [30]), de critères climatiques [31], les critères « hydrologique » ou encore sur une analyse en Composantes Principales ([24]; [32]).

Dans le cadre de ce travail, l'identification des dates de début et de fin de saison des pluies a été faite sur des critères agronomiques tels qu'ils sont définis dans le logiciel Instat Plus V3.36. C'est un logiciel d'analyse de données agroclimatologiques développé dans les années 1980 par [29]. L'algorithme du modèle permet de calculer le début, la fin et la durée de la saison des pluies pour chaque année pour différents niveaux de fréquence en utilisant soit les critères climatiques, soit les critères agronomiques (bilan hydrique). Nous avons adapté ce modèle à nos réalités climatiques à partir des seuils. Ces conditions sont ainsi définies:

- **Démarrage de la saison des pluies (DSP):** On considère comme date de démarrage de saison des pluies, à partir du mois d'octobre et/ou novembre pour la première saison des pluies (Ntombo) ou OND, de février et /ou de mars pour la deuxième saison des pluies (Ndoolo) ou MAM, quand un ou deux jours consécutifs enregistrent au moins 25 mm d'eau à condition qu'aucune séquence de 10 jours sans pluies ne soit observée dans les 30 jours qui suivent le cumul. La considération de ces dates découle des enquêtes menées sur le terrain auprès des payans. Ils estiment à ces dates que la pluviométrie est généralement suffisante pour déclencher les opérations de semis. Le seuil de 25 mm répond assez bien aux à l'agglomération de Pointe-Noire qui est située dans la plaine côtière où la pluviométrie est faible comme il en est le cas dans la Vallée du Niari. En effet, les sols étant secs et l'ETP très élevée au début de la saison des pluies, les très faibles précipitations (1 mm) ne permettent pas une véritable recharge en eau du sol et une bonne installation des plantes. Les valeurs journalières de l'ETP dans la zone d'étude peuvent atteindre 2 à 3 mm par jour [21]. Le choix de la période de 30 jours permet de se prémunir contre tout éventuel faux démarrage qui est une contrainte à l'installation et au développement des plantes, surtout pour les cultures vivrières qui ont un système racinaire superficiel.
- **Fin de la saison des pluies (FSP):** Intervient quand deux jours successifs reçoivent un total de précipitations de moins d'un millimètre et suivi d'une période d'au moins 10 jours sans pluies ou quand leur total est inférieur à 10 mm, à partir de la deuxième décennie du mois de décembre pour Ntombo ou de mai pour Ndolo. Cette période marque le début de la sollicitation de la RU et les paysans s'apprêtent à la récolte.

2.2.2 DÉTERMINATION DES DURÉES DES SAISONS

La longueur de la saison culturale est la différence entre les dates de fin et de début de la saison des pluies (FSP-DSP).

2.2.3 FRÉQUENCES

Le calcul de ces valeurs obéit au principe empirique de Hazen, disponible dans le logiciel SARRA (Système d'Analyse Régionale des Risques Agronomiques). Les valeurs sont rangées par ordre croissant ou décroissant et affectées d'un rang i . Pour chacune d'elles, la fréquence du non-dépassement est obtenue en appliquant la formule ci-après:

$$F(x) = i - 0,5 / N$$

Où: i =rang de l'observation et N = nombre d'observations. Le rang i est obtenu en ordonnant par ordre croissant la série de valeurs.

Les dates de début, de fin et la durée des saisons sont classées sur la base des limites définies par les quartiles: quartile inférieur (20 %), le quartile médian (50 %) et quartile supérieur (80 %). Les interprétations diffèrent selon qu'il s'agisse des dates de démarrage,

de fin que de la durée des saisons des pluies. Pour les dates de démarrage et de fin des saisons pluies, la fréquence de 20 % correspond à un démarrage précoce. Par contre, à 80 %, le démarrage est dit tardif. La fréquence de 50 % correspond à un démarrage dit « normale » ou moyen.

S'agissant de la durée de saison des pluies, 20 % correspond à une année sèche, (50 %) à une année normale et 80 % à une année très pluvieuse.

L'approche fréquentielle de la longueur, des dates de début et de fin des saisons des pluies offre plus d'intérêt pour la planification agricole.

Les durées observées à la fréquence de 2 années sur 10 (20%) correspondent aux années sèches et constituent la limite pouvant être supportée par une agriculture de type traditionnel ([33]; [23]).

3 RESULTATS

3.1 RYTHME ANNUEL DES PLUIES

Il est tombé en moyenne 1221,78 mm d'eau à Pointe-Noire de 1932 à 2017. Cette hauteur d'eau est très inégalement répartie au fil de l'année. La répartition annuelle des précipitations fait apparaître deux saisons des pluies séparées par une saison sèche (fig.2). Conformément aux considérations paysannes, d'octobre à décembre (OND) correspond à la saison la première saison agricole avec un pic en novembre (189,8 mm). Il tombe en moyenne 413,5 mm d'eau pendant cette saison. La deuxième saison agricole va de mars à mai (MAM). Elle enregistre une quantité d'eau de 421,4 mm. Le maximum des pluies tombe en février et/ou mai (208 mm d'eau).

La grande saison sèche dure trois à quatre mois. Elle va de juin à août voire septembre. Les mois de juin et juillet sont les plus secs de l'année, à la station de Pointe-Noire. C'est la période de préparation des champs de la première saison et de la récolte du deuxième cycle. Les mois de janvier et février sont consacrés à la récolte des champs du premier cycle et à la préparation des champs du deuxième cycle. Ces opérations sont rendues possibles grâce au fléchissement pluviométrique observé pendant cette période, surtout en janvier, qualifiée de petite saison sèche. L'agglomération de Pointe-Noire a donc un régime bimodal. Les populations ont donc la possibilité de cultiver deux fois dans l'année. Il est important de déterminer la date de démarrage et de fin des saisons des pluies pour mieux ajuster les cycles des cultures au rythme des pluies.

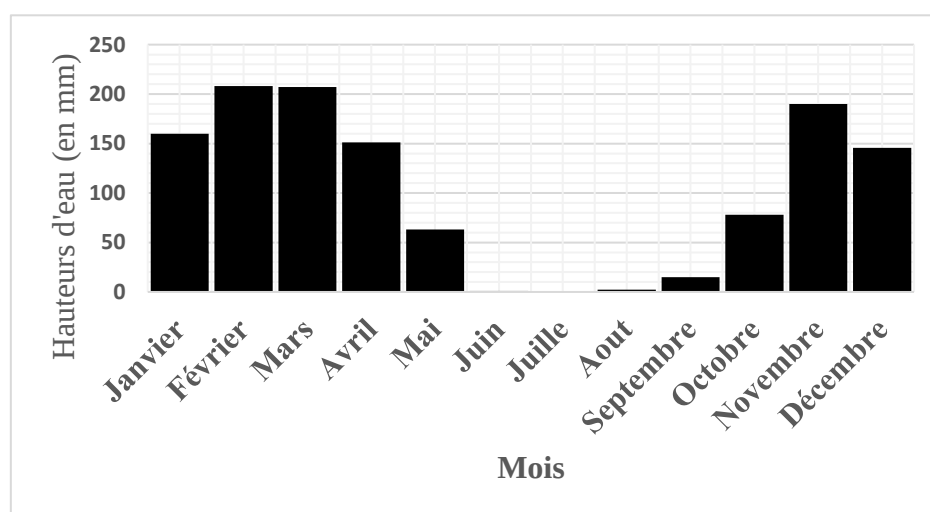


Fig. 2. Régime pluviométrique de l'agglomération de Pointe-Noire (1932-2017)

Source des données: ANAC

3.2 EVOLUTION INTERANNUELLE DES DATES DÉMARRAGE DES SAISONS

L'analyse fréquentielle fait ressortir des irrégularités des dates du début et de fin de la saison des pluies dans l'agglomération de Pointe-Noire. Les dates de démarrage se situent, dans la plupart des cas, entre le 8 octobre et le 3 novembre pour la saison OND et entre 7 et le 28 mars pour la saison MAM (tableau 1).

Les dates de démarrage des saisons des pluies sont très instables dans l'agglomération de Pointe-Noire (fig. 3). Cinq ans sur dix, le démarrage de la saison OND à Pointe-Noire se produit le 19 octobre. La date de 3 novembre correspond à un démarrage tardif et celle 8 octobre à un démarrage précoce. Pendant les années 1945 et 1999, la saison OND n'a démarré qu'après 15 novembre. Les valeurs les plus probables des dates de démarrage, comprises entre deux ans sur dix et huit ans sur 10 (aux niveaux de probabilité 20 et 80 %), se situent entre la fin de la première décade du mois d'octobre et le début de la première décade de novembre.

Dans l'ensemble, la tendance est à la hausse, c'est-à-dire la saison OND a tendance à démarrer plus tardivement qu'avant.

Quant à la saison MAM, toutes les deux années sur dix, le démarrage est attendu le 28 mars. Mais en moyenne, la saison MAM démarre le 15 mars. Le démarrage est dit précoce à partir du 7 mars. Les valeurs les plus probables des dates de démarrage, comprises entre deux ans sur dix et huit ans sur 10 (aux niveaux de probabilité 20 et 80 %), se situent entre la fin de la première décade du mois de mars et le début de la troisième décade de mars. Certaines années présentent des situations très particulières. C'est le cas des années 1951, 1958, 1966, 1978 et 2008. Pendant ces années, le démarrage s'est produit à partir du 30 mars.

La saison MAM présente une tendance à la hausse. Autrement dit, de nos jours, cette saison tend à démarrer tardivement à Pointe-Noire. Tout démarrage de la saison avant le 8 octobre ou le 7 mars est qualifié de faux démarrage.

Tableau 1. Fréquences des dates de démarrages des saisons des pluies à Pointe-Noire

Saison	Fréquences		
	20%	50%	80%
OND	08-oct	19-oct	03-nov
MAM	07-mars	15-mars	28-mars

Source des données: ANAC

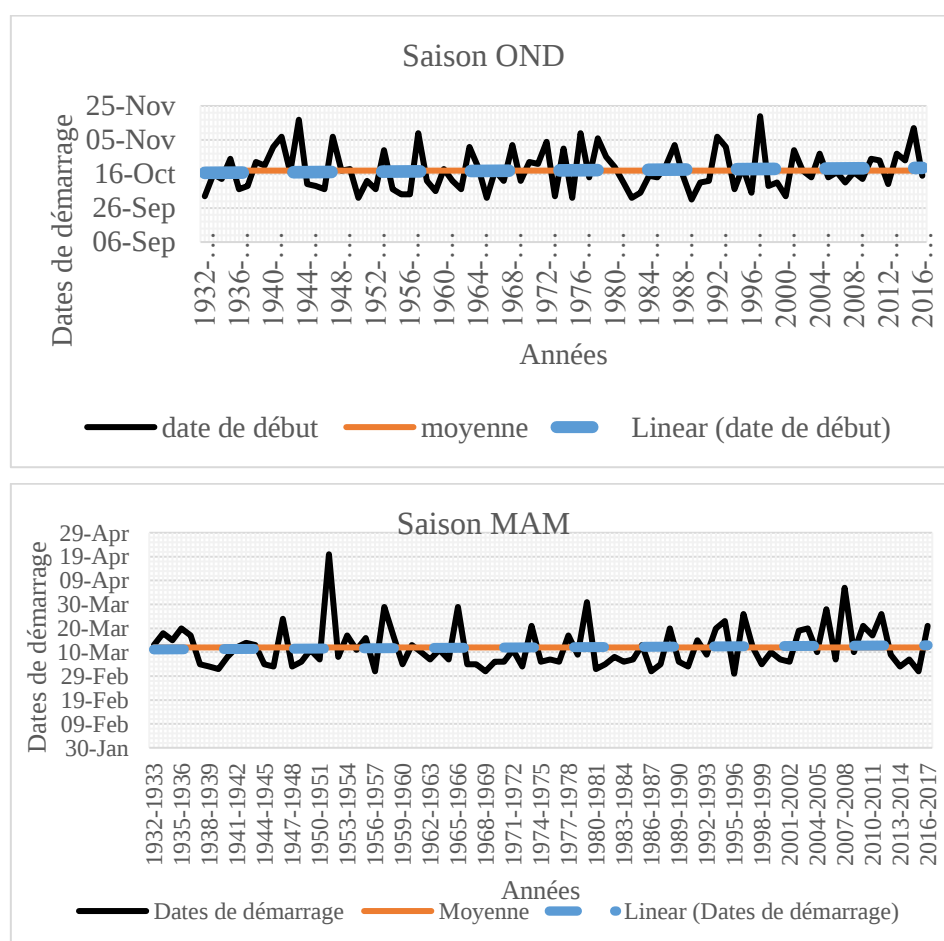


Fig. 3. Dates de démarrage des saisons des pluies dans l'agglomération de Pointe-Noire (1933-2017)

Source des données: ANAC

3.3 EVOLUTION INTERANNUELLE DES DATES DE FIN DES SAISONS

Les dates de fin des saisons des pluies sont très instables à Pointe-Noire (fig. 4). De 1932 à 1961, le retrait de la saison OND se produisait généralement entre le 6 janvier et le 5 mars. En revanche après 1961, on note une stabilité des dates de fin de la saison OND. La fin arrive entre le 1^{er} ou le 20 janvier de chaque année.

En moyenne, la fin de la saison OND est attendue le 12 janvier à Pointe-Noire. Pendant les années sèches (20%), la fin de fixée au 5 mai et le 27 janvier en les années très pluvieuses (80%).

L'évolution des dates de fin de la saison MAM met en relief trois sous-périodes. De 1932 à 1960, cette saison arrivait à sa fin entre le 5 mai et le 12 juin. De 1961 à 1984, la fin était attendue entre le 28 avril et 26 mai. La sous-période allant de 1985 à nos jours est marquée par des dates de fin de plus en plus instables. Les dates varient entre 27 avril au 6 juin.

De façon générale, la fin de la saison MAM, arrive plus tôt qu'avant. Deux ans sur dix, la saison MAM prend fin le 15 mai (tableau 2). La date du 5 mai est valable pour les années sèches et le 29 mai pour les années très pluvieuses.

Les valeurs les plus probables des dates de retrait, comprises entre deux ans sur dix et huit ans sur 10, est axé sur le mois de janvier (du 5 au 27 janvier) pour la saison OND et sur le mois de mai (du 5 au 29 mai) pour la saison MAM.

Tableau 2. Fréquences des dates de fin des saisons des pluies à Pointe-Noire

Saisons	Dates de fin		
	20%	50%	80%
OND	05-janv	12-janv	27-janv
MAM	05-mai	16-mai	29-mai

Source des données: ANAC

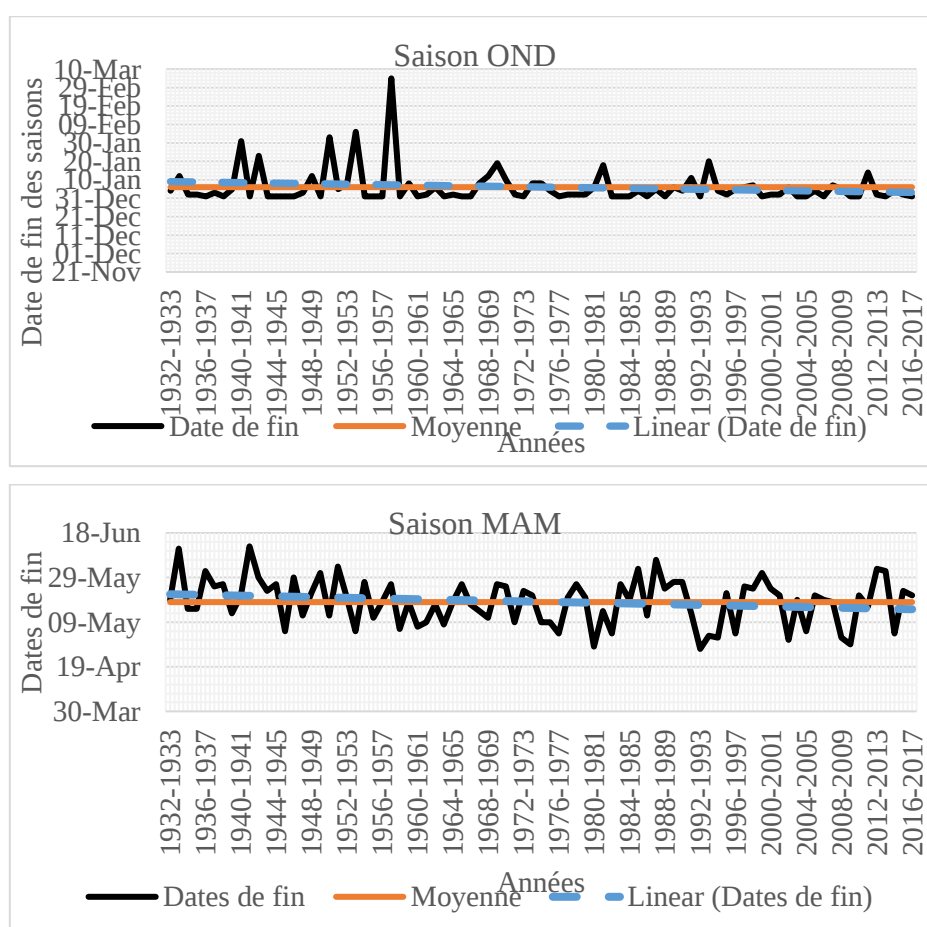


Fig. 4. Dates de fin des saisons des pluies dans l'agglomération de Pointe-Noire (1933-2017)

Source des données: ANAC

3.4 A PROPOS DE LA DURÉE DES SAISONS DES PLUIES

A Pointe-Noire, la durée de la saison OND est de 45 à 98 jours. Cette durée tend à diminuer depuis le début de l'année 1990. Avant 1990, elle était de 45 à 98 jours. Mais après 1990, la durée de la saison OND varie entre 48 et 91 jours. On note donc un raccourcissement de la durée OND. Cette durée est influencée par la qualité pluvieuse de l'année. Pendant les années sèches, la saison OND dure 67 jours contre 90 jours pour les années à pluviométrie abondante. En moyenne, la saison OND compte 79 jours à Pointe-Noire (tableau 3).

La durée de la saison MAM est comprise entre 33 et 92 jours. En moyenne, la saison MAM dure 64 jours (tableau 3). Mais cette durée varie au fil des années. De 1932 à 1951, la saison MAM comptait 52 à 92 jours. La sous-période allant de 1952 à 1984 est marquée par une nette diminution de la longueur de la saison comprise entre 49 à 81 jours. De 1985 à nos jours, la durée de la saison MAM est très instable. En années très pluvieuses, la saison MAM dure 80 jours contre 52 jours en année à pluviométrie médiocre (fig. 5).

Tableau 3. Fréquences des durées des saisons des pluies à Pointe-Noire

Saison	Durée		
	20%	50%	80%
OND	67	79	90
MAM	52	64	80

Source des données: ANAC

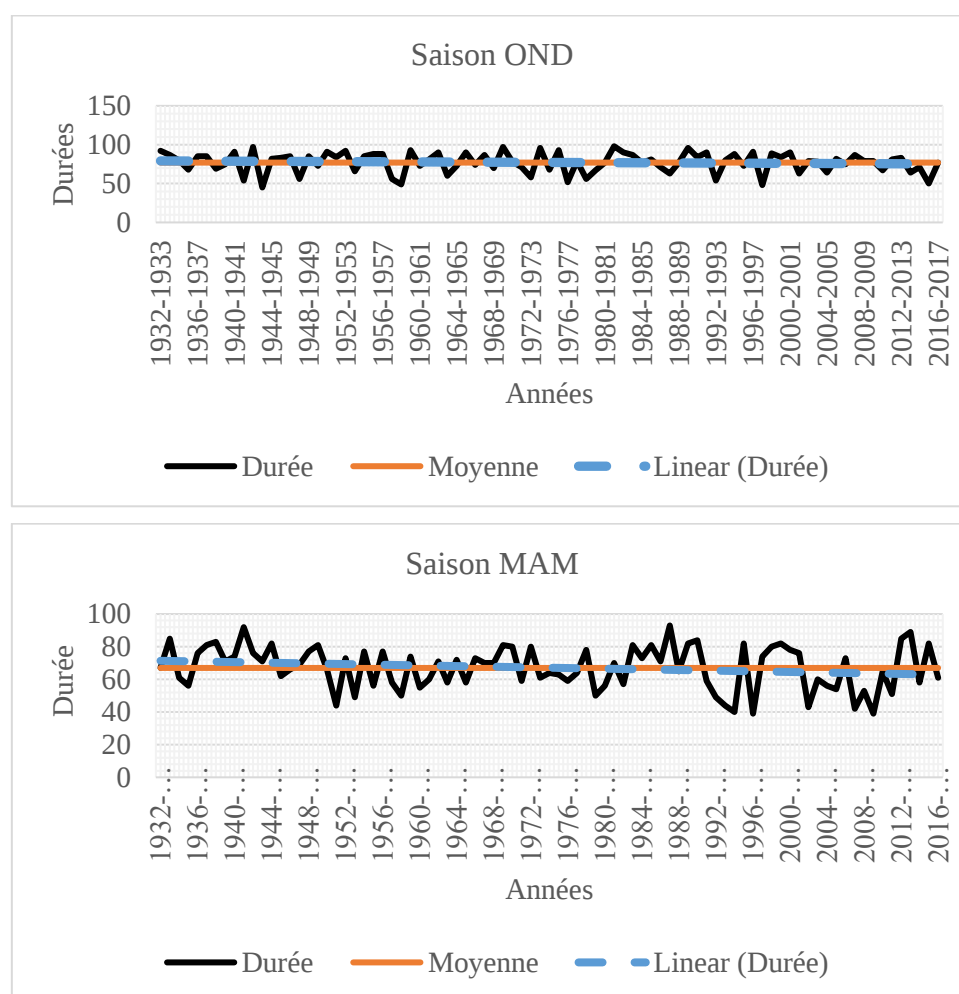


Fig. 5. Durées des saisons des pluies dans l'agglomération de Pointe-Noire (1933-2017)

Source des données: ANAC

4 DISCUSSION

Les saisons des pluies sur lesquelles est calqué le planning agricole dans l'agglomération de Pointe-Noire sont confrontées à des anomalies caractérisées notamment par des démarrages tardifs et fins précoces. Par conséquent, leurs durées sont en nette réduction. Cette situation n'est pas propre à l'agglomération de Pointe-Noire.

Les travaux menés à l'échelle du Congo et à travers le monde confirment cette assertion. Les paysans des Pays du Niari [34], des plateaux Batéké et de cataractes [23] en République du Congo, du Togo [35], de la Haute-Casamance au Sud du Sénégal [36] et de la Sénégal [37] sont aussi confrontés au problème d'instabilité des dates de début et de fin des saisons des pluies. Il a été observé aussi un raccourcissement de la durée des saisons des pluies au Proche-Orient [32] au Niger ([31]; [25]), dans le bassin versant de Bandama en Côte d'Ivoire [38]. En effet, le démarrage des saisons des pluies présente une plus forte variabilité interannuelle que la fin. Cette instabilité des dates de démarrage des saisons des pluies implique la mise en place des mesures d'adaptation des activités agricoles [24]. La connaissance des dates de démarrage des saisons et leurs durées est très capitale pour réussir une campagne agricole. La date de démarrage détermine les semis et la longueur des saisons, orientent les paysans dans le choix des variétés culturales les mieux adaptées [25]; elle met aussi les paysans à l'abri des faux démarrages qui sont souvent préjudiciables pour les paysans. Un faux démarrage peut provoquer une perte de semis et les oblige à attendre la prochaine saison. Malheureusement, ils n'ont pas l'habitude de semer deux fois un champ pendant la même saison, en cas d'échecs. Les citoyens-paysans de l'agglomération de Pointe-Noire en général ont un capital semencier très limité et ne font pas recours à l'irrigation.

5 CONCLUSION

L'analyse de la saison des pluies de l'agglomération de Pointe-Noire constitue un apport très indéniable dans l'élaboration du calendrier agricole qui tient compte des fluctuations climatiques. L'agriculture péri-urbaine et urbaine constitue une source très importante de revenus et d'alimentation pour les citoyens défavorisés et sans emploi.

Il ressort des analyses fréquentielles que les dates de début et de fin des saisons des pluies, sur lesquelles est calé le calendrier agricole, sont très instables. Les démarrages ont tendance à être de plus en plus tardifs alors que les fins précoces. Les durées des saisons des pluies enregistrent raccourcissement au fil des années. Ces caractères très aléatoires des dates de début et de fin des saisons des pluies tout comme leurs durées constituent un problème crucial pour la réussite des campagnes agricoles et pour la satisfaction de la demande des citoyens en denrées agricoles. La population qui ne cesse de galoper d'années en années contribue à l'augmentation de cette demande.

En perspective, il serait important de mener des études sur la perception que vont les citoyens paysans de l'agglomération de Pointe-Noire sur les changements climatiques et les stratégies endogènes d'adaptation mises en place. Les résultats de ces études une fois confrontés à la perception scientifiques permettront de dégager des stratégies concertées pouvant permettre aux citoyens-paysans de mieux gérer aléas climatiques en agriculture.

REFERENCES

- [1] United Nations Population Fund (UNFPA), 10 ans: comment cet âge déterminant chez les filles détermine notre avenir ? Document technique, New-York, 116 p, 2016.
- [2] N. Bricas, P-A. Seck, "L'alimentation des villes du Sud: les raisons de craindre et d'espérer", Cahiers Agriculture, n° 13, pp.10-14, 2004.
- [3] J. Véron, La moitié de la population mondiale vit en ville. In Population & Sociétés n° 435, juin 2007–Bulletin mensuel d'information de l'Institut national d'études démographiques, 2007.
- [4] T. Dongmo, J. Gockowski, S. Hernandez, L.D.K Awono & R. Mbang à Moudon,, "L'agriculture périurbaine à Yaoundé: ses rapports avec la réduction de la pauvreté, le développement économique, la conservation de la biodiversité et de l'environnement", TROPICULTURA, (23) 3, pp.130-135, 2005.
- [5] A. Ba, N., Cantoreggi, "Agriculture urbaine et périurbaine (AUP) et économie des ménages agri-urbains à Dakar (Sénégal)", International Journal of environment, Agriculture and Technology (IJEAB), vol-3, pp.195-207, 2018.
- [6] A. Mfoukou-Ntsakala, M. Michel Bitémo, N. Speybroeck, G.V Guido Van Huylenbroeck, E. Thys, "Agriculture urbaine et subsistance des ménages dans une zone de post-conflit en Afrique centrale", Biotechnol. Agron. Soc. Environ., 10 (3), pp.237–249, 2006.
- [7] FAO, « Growing greener cities in Africa ». First status report on urban and peri-urban horticulture in Africa. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 111p, 2012.
- [8] L. Temple et P. Moustier, "Les fonctions et contraintes de l'agriculture périurbaine de quelques villes africaines (Yaoundé, Cotonou, Dakar)", Cahiers Agriculture 2004; 13, pp.15-22, 2004.

- [9] E. Kasongo Lenge Mukonzo, Action Contre la Faim / Rapport d'étude sur l'agriculture périurbaine (maraichage) de Kinshasa, Province de Kinshasa, République Démocratique du Congo, ACF, 87 p, 2009.
- [10] M-E Boily, L'agriculture urbaine et peri-urbaine: état de situation et perspectives, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, 30 p, 2012.
- [11] D. Levasseur, L'agriculture urbaine, un renforcement pour la sécurité alimentaire dans un contexte de changements climatiques: le cas du Québec et d'Oregon, mémoire de maîtrise, Univ. De Sherbrooke, Faculté des Sciences, 106 p, 2014.
- [12] O. Robineau, Vivre de l'agriculture dans la ville africaine. Une géographie des arrangements entre acteurs à Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, Université Paul Valéry - Montpellier III, 379 p, 2013.
- [13] P. Moustier et A. Fall, Les dynamiques de l'agriculture urbaine: caractérisation et évaluation. In: Smith Olanrewaju B. (ed.), Moustier Paule (ed.), Mugeot Luc J.A. (ed.), Fall Abdou (ed.), Montpellier (Eds), Développement durable de l'agriculture urbaine en Afrique francophone: enjeux, concepts et méthodes, CIRAD, pp. 23-43. 2004.
- [14] J.D Minengu, I. Mwengi, M. Maleke, "Agriculture familiale dans les zones péri-urbaines de Kinshasa: analyse, enjeux et perspectives (synthèse bibliographique)", Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture; 1 (1), pp.60-69, 2018; <http://www.rafea-congo.com>.
- [15] Ministère de la Construction, de l'Urbanisme, de la Ville et du Cadre de Vie, Schéma Directeur d'Urbanisme de la Ville de Pointe-Noire, 88 p, 2016.
- [16] Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche, Tableaux statistiques du recensement général de l'agriculture (RGA 2014 - 2017), Brazzaville, Vol. II, 211p, 2017.
- [17] Ch. Schilter, "L'agriculture urbaine: une activité créatrice d'emplois, en économie de survie (Le cas de Lomé)", Cah. Sci. Hum. 27 (1-2), pp.159-168, 1991.
- [18] G. Samba, La pluviométrie au xxe en République du Congo, In SAMBA Gaston (Eds), Le Congo-Brazzaville: Climat et environnement, Hommage au Professeur Dominique NGANGA, Etudes africaines, l'Harmattan, Paris, pp.15-47, 2014.
- [19] J. J. Nizinski, D. Morand, J. J Loumeto, A. Luong-Galat et G. Gérard, "Bilan hydrique comparé d'une plantation d'eucalyptus dans le bassin du Kouilou (République du Congo)", Climatologie, vol. 5, pp.99-112, 2008.
- [20] L. Mounzeo, D. Nganga, J. Pandzou, D. Diangana et D. Dzaba, "Déficit hydrique dans les plantations industrielles d'eucalyptus (Eucalyptus grandis W. hill Ex Maid) du littoral et de la canne à sucre (Saccharum officinarum L.) de la Vallée du Niari au Congo", Agronomie Africaine 22 (3), pp.295-304, 2010.
- [21] J. Mankessi, Les contraintes climatiques et bioclimatiques et leurs indices sur l'agriculture pluviale sur les plateaux Babembé (Congo-Brazzaville), Thèse de Doctorat, Université Marien Ngouabi, FLSH (République du Congo), 288 p, 2013.
- [22] M. Massouangui-Kifouala, Aléas pluviométriques et pratiques paysannes dans les Pays du Niari (République du Congo), Edilivre, Paris, 270 p, 2015.
- [23] G. Samba, Agroclimatologie de la région du Pool (en République du Congo). Thèse de doctorat, Université de Bourgogne-Dijon, 212 p, 2000.
- [24] P.Camberlin, R. Okoola, M. Diop, P. Valimba, "Identification des dates de démarrage et de fin de saison des pluies: applications à l'Afrique de l'est et au Sénégal", Publication de l'Association Internationale de Climatologie, Vol. 15, pp.295-303, 2003.
- [25] R. Marteau, B. Sultan, V. Moron., C., Baron, B. Seydou, S. B. Traoré, et A. Alhassane, "Démarrage de la saison des pluies et date de semis du mil dans le sud-ouest du Niger", 23e colloque de l'Association Internationale de Climatologie. Risques et changement climatique, Sep 2010, Rennes, France, pp.379-384, 2010.
- [26] P. Camberlin et N. Philippon, "The East African March-May rainy season: Associated atmospheric dynamics and predictability over the 1968-97 period". Journal of Climate, 15, pp.1002-1019, 2002.
- [27] P. Camberlin, V. Moron, R. Okoola, N. Philippon et W. Gitau, "Components of rainy seasons' variability in Equatorial East Africa: onset, cessation, rainfall frequency and intensity", Theoretical Applied Climatology, 98, pp.237-249, 2009.
- [28] B. Liebman, S. Camargo, A. Seth, J. A. Marengo, L. M. V. Carvalho, D. Allured, Fur., et C. S. Vera, "Onset and end of the rainy season in South America in observations and the E CHAM 4.5 Atmospheric General Circulation Model", Journal of Climate, 20, pp.2037-2050, 2007.
- [29] R. Stern, J. Knock, C. Grayer, S. Leidi, INSTAT+. Climatic guide, University of Reading, Reading, 322 p, 2006.
- [30] MVK. Sivakumar, "Predicting rainy season potential from the onset of rains in southern Sahelian and Sudanian climatic zones of West Africa". Agricultural Forest and Meteorology, 42, pp.295-305, 1988.
- [31] M. Balme, S. Galle, Th. Lebel, "Démarrage de la saison des pluies au Sahel: variabilité aux échelles hydrologique et agronomique, analysée à partir des données EPSAT-Niger", Sécheresse 2005; 16 (1), pp.15-22, 2005.
- [32] M. Traboulsi, "La saison pluvieuse au Proche-Orient: une tendance au raccourcissement", climatologie, vol.9, pp.9-29, 2012.
- [33] M. Diop, "A propos de la durée de la saison des pluies au Sénégal". Sécheresse, 7, pp.7-15, 1996.
- [34] M. Massouangui-Kifouala, Caractérisation des saisons pluvio-agricoles dans les Pays du Niari, In Patrice MOUNDZA (Eds), Géographie du Congo: Mélanges offerts au Professeur Bonaventure Maurice Mengho, Etudes africaines, Série Géographie l'Harmattan, Paris, pp.225-246; 2017.

- [35] E. Adewi, K.M.S. Badameli, V. Dubreuil, "Évolution des saisons des pluies potentiellement utiles au Togo de 1950 à 2000". *Revue Climatologie*, 7, pp89-107, 2010.
- [36] T. Tidiane Sané, M. Diop, P. Sagna, "Étude de la qualité de la saison pluvieuse en Haute-Casamance (Sud Sénégal)", *Sécheresse* 2008; 19 (1), pp.23-28, 2008.
- [37] L. Descroix, A. Aïda Diongue niang, G. Panthou, A. Bodian, Y. Youssouph Sane, H. Dacosta, M. Malam Abdou, J.P Vandervaere, G. Quanti, "Evolution récente de la pluviométrie en Afrique de l'Ouest à travers deux régions: la Sénégalie et le bassin du Niger moyen", *climatologie*, vol.12, pp.25-43, 2015.
- [38] A. M. Kouassi, N'G. J Kouassi, K.B. Dje, K.F. Kouame et J. Biem, "Analyse de la durée de la saison pluvieuse en fonction de la date de démarrage des pluies en Afrique de l'Ouest: cas du bassin versant du Bandama en côte d'ivoire", *Agronomie Africaine*, 30 (2), pp.147-156, 2008.

Gestion des constructions des bâtiments pour habitation au Cameroun: Historique, état des lieux et perspectives d'une réappropriation des techniques de construction durables (ancestrales)

[Construction management of house buildings in Cameroon: History, overview and perspectives for a reappropriation of sustainable construction techniques (ancestral)]

Ervé Destin Dsonwa Manfo¹, Chrispin Pettang¹, and Clautaire Mwebi Ekengoue²

¹Laboratoire d'Ingénierie Civile et Mécanique, Ecole Nationale Supérieure Polytechnique (ENSP), Université de Yaoundé I,
B.P. 8390, Yaoundé, Cameroon

²Association Scientifique Africaine pour l'Innovation et l'Entrepreneuriat (ASAIÉ), Dschang, Cameroon

Copyright © 2021 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: By presenting the overview as well as the social and environmental impacts of the construction management of so-called modern residential houses in Cameroon, this article reports on the destructive nature of this category of fashionable buildings, but also sounding the alarm on the return to basics. From the results of previous studies, this article clearly shows that the construction management system for residential houses in Cameroon is archaic due to the absence of any real regulations. Most of the construction models for residential buildings are modeled on the Northern countries, using mainly imported and residential materials but whose exploitation is a source of considerable social and environmental impacts. The use of such building materials leads to the proliferation of uneconomical, non-ecological and uncomfortable habitats. It follows people's exposure to many diseases and the destruction of the environment. The integration of sustainable construction technologies in the residential sector remains the main of means of constructing economical and ecological buildings, meeting our needs while preserving that of future generations.

KEYWORDS: residential house, overview, social, environmental, impact, Cameroon, sustainable, development, technologies, economic, ecological, buildings.

RESUME: En présentant l'état des lieux ainsi que les impacts sociaux et environnementaux de la gestion des constructions des bâtiments à usage d'habitation et dans l'ordre dit « moderne » au Cameroun, cet article rend compte du caractère destructif de cette catégorie des bâtiments à la mode, mais aussi tire la sonnette d'alarme sur le retour aux sources et valeurs techniques antérieures de garantie durable. A partir des résultats d'études précédentes, cet article montre clairement que le système de gestion de construction des bâtiments résidentiels au Cameroun bien que archaïque du fait de l'absence d'une véritable réglementation, s'inspire plus de la copie formelle des modèles importés de construction au détriment d'un appui sur les technologies localement disponibles, le plus souvent durables. La plupart des modèles de construction des bâtiments à des fins d'habitation sont calqués sur le système de pensée euro centrique, utilisant essentiellement le matériau importé, dont l'exploitation est source d'impacts socio-environnementaux et économiques considérables. L'utilisation de tels matériaux de construction et la non prise en compte de la réalité géo-climatique conduisent à la multiplication des habitats non économiques, non écologiques, mais surtout inconfortables tant pour la santé que le bien être en général des occupants que pour la croissance des états africains. Il s'en suit une exposition des populations à de nombreuses maladies et la destruction de l'environnement, dégradant ainsi le tissu économique des pays impliqués. L'intégration des technologies de construction

durable sous l'inspiration des valeurs et bonnes pratiques millénaires et la résilience dans le secteur résidentiel demeurent les moyens pour le déclin dans le sous-secteur de construction des bâtiments économiques et écologiques, répondant à nos besoins tout en préservant ceux des générations futures.

MOTS-CLEFS: bâtiment à usage d'habitation, gestion de construction, impacts sociaux et environnementaux, technologies de construction durable, générations futures.

1 INTRODUCTION

L'habitat, objet incontournable de l'étude des sociétés humaines, suivant les aires culturelles, les périodes, les architectures ou les groupes considérés (Fijalkow et Lévy, 2008), et malgré son intérêt scientifique, reste loin d'être univoque dans la perception. Synonyme de logement, de bâtiment, de domicile ou de milieu de vie, ses définitions varient en fonction des auteurs, des disciplines, des périodes et des contextes. Des auteurs comme (Semmoud, 2007) le perçoivent comme une structure de correspondance entre spécificités des habitants et des organisations architecturées des lieux. L'habitat, en tant qu'un espace de vie, comprend, des habitations, des équipements collectifs (marchés, centres de santé, écoles, services publics, bâtiments publics...), des infrastructures (voiries, fontaines publiques, jardins publics, aires de loisirs, espaces de jeux, places et monuments publics...) et des réseaux techniques (assainissement, eau, électricité, téléphone, informatique...).

L'habitat suppose un chez-soi identitaire et incorpore des traits culturels et sociaux majeurs des groupes pour transmettre des références (éléments de modèles normatifs) collectivement représentées. Il est un espace de réalisation de soi, une base de mobilités plus fréquentes et intenses, mais aussi stimule l'expérience des individus en même temps qu'il témoigne de leur intégration ou de leur exclusion (Tapie, 2014). De l'intime où l'individu se replie et se libère, au cercle familial, puis au voisinage et à la collectivité, il enracine une mémoire individuelle et sociale (Tapie, 2014). Il se compose d'un ensemble de services publics et au public qui permettent à chacun, selon son âge et son statut social, de vivre au quotidien ainsi que de plusieurs espaces de vie reliés entre eux parmi lesquels les villes, les communes rurales, les quartiers et particulièrement les bâtiments à destination des habitations (Allaume-Bobe, 2017).

Le bâtiment pour habitation est le résultat du désir qu'éprouvent les êtres humains à se mettre à l'abri des intempéries et des prédateurs (Némoz, 2011). En plus de leur fonction protectrice, ces produits conçus pour habitation ont également une fonction d'épanouissement où ils sont répartis de façon que la vie sociale, familiale et intérieure de chacun des occupants puisse s'y épanouir aussi largement que possible.

Au Cameroun, la notion d'environnement dans la construction de bâtiment à des fins d'habitation date de la préhistoire. Avant la colonisation, les bâtiments construits pour des habitations faisaient face aux conditions imposées par les éléments naturels tels que l'eau, la terre, l'atmosphère et la chaleur du soleil (Goloubinoff, 2013). Ces éléments dans la conception durable des constructions se réfèrent aux divers cycles (hydrique, végétal, solaire, foncier, énergétique...) dont les équilibres sont recherchés dans l'établissement soutenable des modèles de bâtir. Pourtant, les techniques de construction jadis utilisées étaient adéquates et surtout utilisées pour s'isoler de l'élément liquide, des remontées capillaires et des parasites du sol (risques xylophages et d'isolation sol-fondation). En plus des matériaux suffisamment maîtrisés (bauge pour les constructions mousgoum, le travail de l'argile, de la pierre, de la terre battue, du choix judicieux du site de construction), les couches superposées de pandanus ou de raphia préalablement tressées en nattes, recouvraient les toits des bâtiments d'habitation.

Au lendemain de la colonisation, le matériau importé se reprend sur l'ensemble du territoire national et couvre de nombreuses cases camerounaises (Goloubinoff, 2013) transformant le modèle de pensée des structures habitables d'hier en modèle de construction coloniale. Progressivement, le Cameroun, comme la plupart des états Africains, perd son identité et son savoir-faire architectural au profit d'une culture qui aujourd'hui se trouve être remise en cause du fait du nouveau paradigme: la modélisation du bâtiment du durable. Quels modèles doivent être adaptés au contexte africain à la croisée des chemins de la conscience des valeurs du bâtir ?

Au moment où s'affirment les consciences d'une politique efficace et efficiente de construction des bâtiments pour habitation prenant en compte les volets social, économique et environnemental, il semble judicieux d'examiner les éléments susceptibles de guider l'implantation réussie d'une telle politique pour le bien être des contemporains et pour la préservation des générations futures. D'où notre double motivation à mener cette étude. D'abord avoir une vue d'ensemble sur l'approche stratégique de l'état du Cameroun dans la mise en œuvre des objectifs de l'Agenda 21 d'une part et son implication pour le bien-être des populations et de l'environnement d'autre part. Ensuite, attirer l'attention des populations camerounaises et des professionnels de la construction et de l'habitation sur la nécessité de retourner aux techniques de construction ancestrales.

L'étude consiste également à fortifier la confiance que l'on peut avoir dans le développement de l'ingénierie traditionnelle avec l'emploi de matériaux locaux pour la réalisation d'une construction de qualité pouvant répondre aux aspirations diverses des populations ainsi que du gouvernement.

2 MÉTHODOLOGIE

L'approche méthodologique a porté essentiellement en la revue de littérature. A partir des résultats d'études antérieures issus d'articles scientifiques (Chétima, 2009), des mémoires de fin de formation (Perraudin, 2010) et des thèses de masters et de doctorats Ph.D, les informations sur l'historique, la conception et la politique de gestion des bâtiments d'habitation au Cameroun ainsi que les besoins, l'offre, les modes d'acquisition et de financement ont été collectés. Ces informations ont été complétées par la participation à de nombreux programmes de formations portant sur la gestion des bâtiments pour habitation via des séminaires, colloques et ateliers nationaux et internationaux (la conférence régionale sur: les villes durables, énergie et climat en Afrique, tenue à Yaoundé en 2014; l'atelier régionale de renforcement des capacités sur l'intégration des énergies renouvelables dans les bâtiments au Cameroun, tenu à Yaoundé en 2016; l'atelier sur la gestion des risques naturels en partenariat avec la Banque Mondiale à Bruxelles en 2018; la production du rapport d'analyse sur l'offre et la demande en logements tenue dans le cadre de la convention entre le MINHDU, l'INS et l'INC entre 2017 et 2020; séminaire de formation sur la modélisation des risques naturels comme outils de performance de la gouvernance, tenu à Yaoundé en 2020). Les informations collectées ont permis de mettre en évidence et de manière claire, précise et concise les impacts sociaux et environnementaux de la gestion inefficace des constructions des bâtiments pour habitation au Cameroun.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 HISTORIQUE DE LA GESTION DE L'OFFRE DES MAISONS D'HABITATION AU CAMEROUN

La gestion de l'offre des maisons d'habitation au Cameroun s'est effectuée en cinq étapes successives telles que présentées dans le Tableau I.

Tableau 1. *Evolution de la politique de gestion de l'habitat au Cameroun depuis l'indépendance*

Etape 1	Cette étape s'appuie sur cinq piliers dont les ménages, le foncier, le financement, l'industrie appliquée à l'habitat et l'organisation et la gouvernance. Sur la base d'objectifs et de principes directeurs, les rôles des différentes parties prenantes sont définis, puis une architecture institutionnelle et des instruments nécessaires de mise en œuvre proposée dans le document de politique nationale de l'habitat.
Etape 2	Une étape qui s'appuie sur la création des dispositifs institutionnels en vue de l'amélioration des principes directeurs élaborés l'étape 1. Elle a conduit à la création de la Société Immobilière du Cameroun (SIC), la Mission d'Aménagement et d'Equipeement des Terrains Urbains et Ruraux (MAETUR), le Crédit Foncier du Cameroun (CFC), la Mission de Promotion des Matériaux Locaux (MIPROMALO) et l'hygiène et salubrité du Cameroun (HYSACAM) pour la collecte des déchets solides dans certains villes. Les actions de ces entreprises conduisent à la construction de 15.000 logements pour l'accession à la propriété et 40 000 parcelles viabilisées.
Etape 3	Une étape portant essentiellement en l'entrée des opérateurs privés dans la politique de gestion de l'habitat au Cameroun.
Etape 4	Avec l'accord des parties et suite à la création des différentes institutions d'amélioration des principes directeurs élaborés à l'étape 1, le document de politique nationale de l'habitat est révisé et l'option Homes est adoptée. Lequel conduit à la restitution de 102 logements construits à Limbé et la création de la Société d'Aménagement de Douala (SAD) en charge de faciliter l'accessibilité de terrains destinés à l'habitat et de prévenir l'extension des bidonvilles.
Etape 5	Cette dernière étape est consacrée à l'élaboration d'un code de loi, loi n° 97/003, portant promotion de l'immobilier privé dans la politique de gestion de l'habitat au Cameroun. L'adoption de cette loi a multiplié le nombre de sociétés immobiliers ou d'économies mixtes pour des opérations d'aménagement de terrains à des fins d'habitats ou de construction/rénovation des immeubles.

3.2 ETAT DES LIEUX PRÉLIMINAIRE DE LA GESTION DES BÂTIMENTS POUR HABITATION AU CAMEROUN

Le tableau II présente l'évolution de la population dans les chefs-lieux des différentes régions du Cameroun, considérés comme des espaces urbains entre 2005 et 2016. Il y ressort que, des besoins en bâtiments pour maison d'habitation sont de plus en plus croissants au fil des temps. Les différents modes d'acquisition desdites constructions par les populations au Cameroun sont illustrés par la figure 1. L'on peut remarquer que l'acquisition ne suit pas très souvent le besoin suivant l'inéquation de l'offre exponentiellement supérieure à la demande. Il est clair à partir de la figure 1 que le mode d'acquisition des maisons d'habitation par excellence au Cameroun relève de l'auto-construction. L'état n'intervient qu'à l'ordre de 4% à travers les attributions des logements sociaux. Les moyens d'auto construction proviennent des fonds propres (33%), des aides ou des prêts auprès des amis ou des parents (28%), des tontines au sein des associations ou comités (18%), des prêts auprès des banques (12%) ou des micro-finance (5%) et des financements du Crédit Foncier du Cameroun (CFC) (4%). Résultat en accord avec les analyses du MINHDU (2018). Moins d'un quart des propriétaires consultent les spécialistes. 22,5% font recours aux architectes et seulement 24,1% consultent les ingénieurs. En phase de mise en œuvre, 75,7% des propriétaires disposent de plan de construction; 33,4% font recours aux services d'un géomètre pour l'aménagement de lot, alors que 46,64% reproduisent un plan existant. En outre, 75,7% des propriétaires sollicitent les services des techniciens pour la construction des bâtiments à des fins d'habitation. Pour ce qui est de la gestion des sites d'auto-construction, l'analyse des données sur les procédures préalables d'auto construction est diversifiée (MINHDU, 2018). Suite à une analyse statistique simple, 55% des propriétaires disposent d'une immatriculation pour le logement. 48,6% engagent une démarche d'autorisation de construire. Pendant que 85% jugent le terrain viable pour la construction, 56% préfèrent au préalable effectués des études de sols avant toute construction (Figure 2).

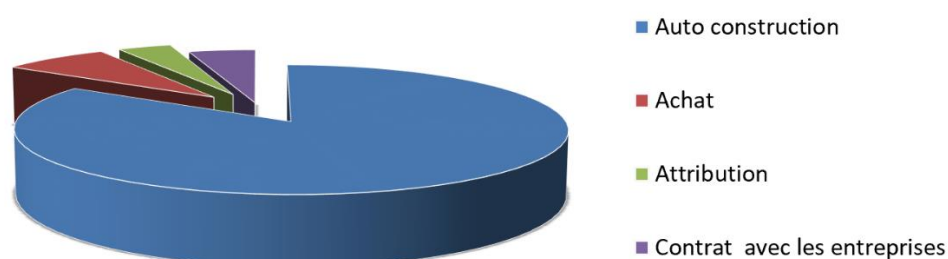


Fig. 1. Répartition statistique d'acquisition de logement par activité

Source: MINHDU (2018)

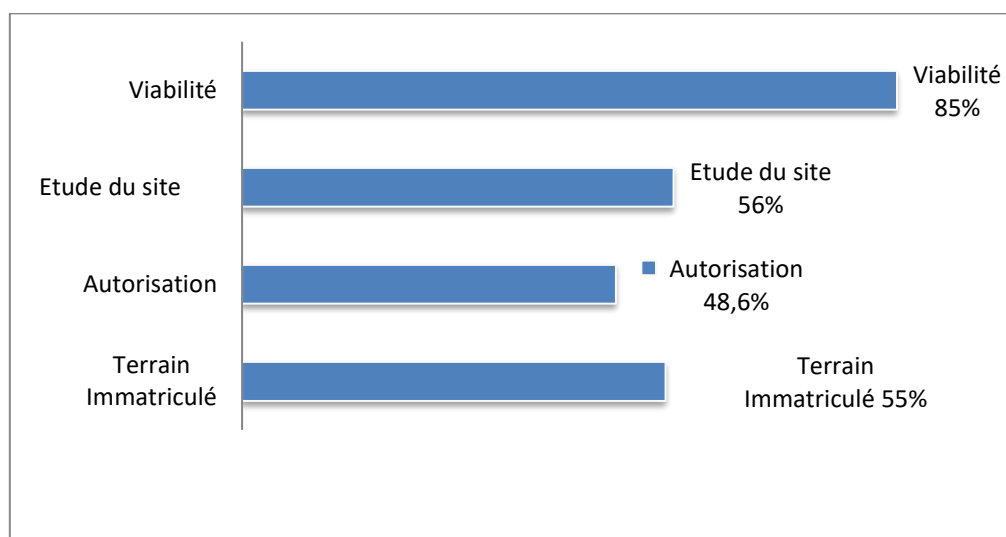


Fig. 2. Répartition statistique de procédés d'avant-projet de sites auto construits

Source: MINHDU (2018)

Tableau 2. Densité de population au km² par région au Cameroun entre 2005 et 2016

Régions	Superficie (Km ²)	Années											
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Adamaoua	63 701	13,9	14,3	14,7	15,1	15,5	16	16,4	16,9	17,4	17,9	18,4	18,9
Centre	68 953	44,9	46,4	48	49,6	51,2	52,9	54,7	56,4	58	59,8	61,5	63,3
Est	109 002	7,1	7,3	7,5	7,8	8,0	8,2	8,5	8,7	8,9	9,1	9,4	9,6
Extrême-Nord	34 263	90,8	93,2	95,7	98,3	101,1	103,8	106,7	109,7	112,8	116	119,4	122,8
Littoral	20 248	124	128,7	133,4	138,2	143	148	152,9	157,9	162,7	167,9	172,9	177,6
Nord	66 090	25,5	28,5	27,5	28,6	29,8	30,9	32,2	33,4	34,6	35,9	37,3	38,7
Nord-Ouest	17 300	99,9	102,2	104,4	106,7	108,9	111,1	113,3	115,5	117,7	120	122,1	140
Ouest	13 892	123,8	125,7	127,5	129,4	131,3	133,3	135,5	137,4	139,3	141,3	143,2	145
Sud	47 191	13,4	13,7	14	14,2	14,5	14,8	15	15,3	15,5	15,8	16,1	16,3
Sud-Ouest	25 410	51,8	53,2	54,6	56,1	57,5	59,0	60,6	62,1	63,6	65,3	66,9	68,4
Cameroun	475 650	36,7	37,8	38,9	40,0	41,1	42,3	43,5	44,7	45,9	47,2	48,5	49,7

Source. Atlas statistique environnement. Les abréviations suivantes sont utilisées dans le tableau: A=Adamaoua, C=Centre, E=Est, EN=Extrême-Nord, L=Littoral, N=Nord, NO=Nord-Ouest, O=Ouest, S=Sud, SO=Sud-Ouest et CMR=Cameroun

3.3 IMPACTS SOCIAUX ET ENVIRONNEMENTAUX DE LA GESTION DES BÂTIMENTS POUR HABITATION AU CAMEROUN

La non-planification de l'urbanisation au Cameroun contribue à la prolifération d'habitations informelles (figure 3a) et des bidonvilles (figure 3b), l'isolement géographique et social ainsi que la fragmentation de l'espace urbain. Les quartiers ici sont soit établis dans les zones très vulnérables aux inondations (figure 3c) et déchets dangereux (figure 3d), soit coupés des réseaux techniques (communication, eau, énergie, gaz) et d'autres services urbains pourtant de grande nécessité. Avec l'abandon des techniques de construction anciennes, il suit la multiplication des constructions au modèle occidental utilisant les tôles, les tuiles et les parpaings (mélange eau, sable et ciment). Pourtant, dans les zones chaudes comme Douala par exemple, les matériaux de construction comme des tôles contribuent en l'augmentation de la chaleur à l'intérieur des maisons de par leur forte diffusivité thermique. Conséquence, l'on assiste à un mauvais confort thermique du bâti. Ce qui généralement s'observe par l'utilisation excessive des ventilateurs électriques et les climatiseurs par les populations de Douala mais aussi la consommation abusive des boissons glacées. Il s'en suit une augmentation des factures électriques dans des contextes où les pénuries en énergie restent problématiques et l'exposition à certaines maladies telles que l'obésité et des maladies cardiovasculaires. De même, dans les zones froides, comme l'Ouest et le Nord-Ouest du Cameroun par exemple, l'observation des remontées capillaires (figure 3e) sur les enveloppes des bâtiments d'habitation sont consécutives à une concentration des effets thermiques négatifs. Pour se réchauffer, les populations font recours aux lampes à incandescence (figure 3f) à longueur de journée et durant toute la nuit. Ce qui a une incidence tant sur le niveau de vie que sur l'utilisation du pétrole, ressource non renouvelable.

Avant la colonisation, la morphologie et l'enveloppe des bâtiments des maisons d'habitation tenaient tant sur l'orientation des vents dominants que sur leurs formes volumétriques (Figure 4). Lesquelles garantissaient au mieux la stabilité structurelle et l'équilibre thermique intérieur des produits bâtis. Cette orientation, jadis synchronisait la trajectoire solaire telle que reconnue des techniques d'édification passive. Par ailleurs, les formes volumétriques adoptées présentaient une meilleure résistance aux grands vents d'une part et contribuaient à la ventilation naturelle desdites constructions d'autre part, même si les effets sur la sécurité incendie des constructions étaient sujet à caution. Le compromis desdites techniques de constructions ancestrales au profit de l'architecture de courant dit moderne n'ont pas toujours assuré la santé, le confort et la productivité des exploitants. Bref, un bien-être des occupants mitigé.

D'autre part mal maîtriser, les techniques de constructions des modèles d'habitation occidentales constituent un danger et même un risque énorme pour les populations qui construisent, le plus souvent elles-mêmes. Ce faisant, l'utilisation du béton dans la construction des bâtiments d'habitation qui met en interaction le ciment, gravier (dans certains cas), eau et sables avec des dosages choisis dans la plupart des cas sur la base de l'expérience des constructeurs (maçons) (Nguefack et al., 2020). Cette méthode ne permet pas une meilleure utilisation de ces matériaux de construction où leurs propriétés granulaires, et essentiellement pour le cas des sables dont les gisements sont assez variant. D'où l'observation dans la plupart des villes du Cameroun d'une mauvaise tenue des enduits des revêtements sur les murs et des enveloppes des constructions, la fissuration et l'effritement des poutres et des poteaux ainsi que la ruine des ouvrages et la présence d'autres risques pathologiques tant sur la structure (solidité) que sur le fonctionnement et l'esthétique du bâti.

Dans les plaines marécageuses et bas-fonds (zones qualifiées des autorités d'inconstructibles ou non aedificandi) mais envahies d'assaut par la pression du besoin d'un chez soi, des risques en lien avec l'enfoncement progressif des structures dans le sol montre la vulnérabilité et la fragilité du produit bâti mais aussi des dangers auxquels pourraient faire face les riverains et les propriétaires. Soit une perte énorme pour les propriétaires qui, surmontent incessamment leurs bâtisses d'habitation, s'agissant des couches sociales aux revenus financières moyennes ou alors l'abandon tout simplement, pour celles dont les revenus financiers sont faibles, après partiel (total) engloutissement de la structure.

Dans les hauts plateaux, telle qu'à l'Ouest-Cameroun, les constructions des maisons d'habitation se font essentiellement au sommet ou sur les flancs de collines aux techniques de construction dites modernes, mais mal maîtrisées. Ce qui conduit généralement aux pertes en vie humaine suite aux éboulements de terrain tels que l'ont également mentionné dans leurs études Zogning et al. (2008), MINAT/PNUD (1999), Njilah et al. (1999) et Tchoua (1983). Cette peinture réinterroge jusqu'où l'homme dans la quête de ses droits fondamentaux se trouve déterminé à s'installer, même parfois au prix de sa vie. La prévention des risques dans la mesure du possible comme dans tous pays du monde porte un regard particulier sur la sensibilisation et les recherches spécifiques pour adresser les questions des aléas, des dangers, des intensités des risques identifiés et de fournir les informations et données sur les modèles cartographiques, numériques et alphanumériques, à même de mieux orienter les choix des décideurs dans leur décision. L'éducation des communautés concernées aux formes nouvelles de résilience et de la réappropriation des exigences d'ingénierie et d'architecture adossées aux valeurs d'antan comme une des pistes de promotion des constructions respectant le climat et les techniques capables d'une meilleure inertie des structure conçue et bâtie à l'adresse des populations.



Fig. 3. a) construction informelles des maisons d'habitation au Cameroun, b) multiplication des bidonvilles au Cameroun suite aux constructions anarchiques des maisons d'habitation, c) inondations dans la ville de Douala, d) abondance des déchets ménagers observé dans l'une des rues de la ville de Douala, e) remontées capillaires, f) réchauffement de l'intérieur d'une chambre sous dalle avec une lampe à incandescence suite au froid excessif due aux remontés capillaires.



Fig. 4. Capture d'une construction moderne d'inspiration ancestrale

Pour ce qui est des impacts environnementaux, la gestion inefficace des bâtiments d'habitation au Cameroun conduit à un écosystème naturel désorganisé. L'intérêt accordé aux techniques de construction dites modernes desdits bâtiments, sont à l'origine d'un ensemble d'impacts environnementaux, notamment la destruction et la mutation de la flore et du couvert végétal (biomasse). Pendant la construction des bâtiments d'habitation, les pratiques telles que la fabrication des parpaings et du béton (armé) [mélange eau+ciment+sable (+gravier)], l'ouverture du site, le sciage des planches et lattes pour charpente et le terrassement de fondation pour ne citer que celles-ci sont les causes de destruction de l'écosystème terrestre. Même si elles ne sont pas parfaitement mesurées, les conséquences de la destruction de la biomasse végétale comme coupe de bois pour construction des bâtiments d'habitation sont connues. L'impact écologique potentiel du sciage du bois pour des ressources semi-finies à destination de la construction est mis en évidence par Lescuyer et al. (2014) au Congo. Les forêts tropicales, du fait de leur surface relative, ont une grande influence sur les climats locaux et régionaux. Ainsi, l'abattage des jeunes arbres pour l'industrie semi-finis du bois empêche la régénération naturelle de la biomasse forestière végétale. Pourtant il est clair que ce sont les jeunes arbres qui sont les plus forts absorbants de gaz à effets de serre tel que le CO₂ (Abanda et al., 2014) émis par les émissions industrialisées (Fleury, 2000). Ce faisant, l'abattage anarchique des arbres déstabilise les écosystèmes forestiers modifiant dès lors leur composition floristique et perturbant l'habitat de la faune qui se délocalise.

Parallèlement, la recherche sur les matières premières des matériaux de construction, des techniques de construction dites modernes autres que le bois, dont les sables et graviers, constituent des dangers et des risques potentiels pour l'environnement. Les impacts environnementaux de l'exploitation de ces matériaux de constructions, constituant essentiel des parpaings, sont à la base de nombreuses recherches scientifiques (Ekengoue et al., 2018; Nguefack et al., 2020; Ayenagbo et al., 2011; Chaussard et Kerosky, 2016; Mutiso, 2014; Amponsah-Dacosta et Mathada, 2017; Ladlow, 2015; Gavrilitea, 2017; Yen et Rohasliney, 2013; Ako et al., 2014 et Kondolf, 1997). La destruction du paysage urbain est également remarquable. De plus, l'ouverture des sites, le terrassement et l'implantation des fondations livrent les sols à l'érosion et à la latérisation. Selon Fleury (2000), creuser des fondations rompt un équilibre en accélérant l'érosion du sol par l'eau et spécialement en zone équatoriale ou tropicale humide aux pluies fréquentes et violentes. L'appropriation des techniques de construction dites modernes contribue au développement d'autres géomorphologies tant du produit construit que des sols; lesquelles sont inadaptées, mais orchestrent des problèmes d'insalubrité (production des déchets ménagers). Ces extrants produits par les bâtiments d'habitations dits modernes (prévention des déchets, risques de propagation des rapaces et risques des xylophages) restent encore pour l'esthétique et la fonctionnalité de nos centres urbains une source majeure d'odeurs, de pollution et de la défiguration du paysage urbain. Origine des impacts énormes sur la santé des populations et de dégradation de l'environnement.

4 RECOMMANDATIONS

La faiblesse de la PNH du gouvernement du Cameroun vis-à-vis des constructions des bâtiments d'habitation est due essentiellement à (i) l'accès foncier coûteux, (2i) l'industrie de construction extravertie, (3i) la faillite de la gouvernance institutionnelle et opérationnelle, (4i) l'absence d'outils juridiques pour la promotion du droit du logement pour tous et (5i) la politique mettant l'accent sur l'accès à la propriété et négligeant le potentiel du logement locatif pour ne citer que celles-ci. Les gaps assez étendus des impacts sociaux et environnementaux causés par les constructions des bâtiments d'habitation du fait de cette faiblesse de la PNH sont à l'origine de nombreuses menaces directes et indirectes telles que la non promotion d'ampleur des activités de renforcement des capacités, d'évaluation de la conformité aux normes actualisées (ISO, CEI, NC) et d'actualisation des normes juridiques spécifiques au profit des professionnels de l'habitat ou/et de la construction. En conséquence, l'appréciation sur les réalisations n'est que douteuse et incertaine sur leur caractère décent et durable au sens du caractère solide et soutenable du terme. Il s'en suit ainsi un vide d'informations scientifiques et techniques sur le concept de durabilité locale dans le contexte relatif au bâtiment d'habitation. L'incitation réussit du retour aux techniques de construction ancestrales, et par conséquent l'amélioration du confort intérieur des bâtiments à destination des habitations et la préservation des écosystèmes (cycle hydrique, cycle de l'air, cycle végétal ou faunique) pour le bien être des générations futures n'est possible qu'en prenant en considération les recommandations suivantes:

- La multiplication des séminaires d'information des populations aussi bien en milieux urbains que dans les communautés rurales sur l'importance économique, social et écologique à retourner aux techniques de construction ancestrales ou traditionnelles des bâtiments d'habitation,
- La multiplication des séminaires et ateliers de formation des populations sur les techniques de construction ancestrales propres à chaque région et tribus en collaboration avec l'héritage ancienne encore détenu par une minorité culturelle maîtrisant encore lesdites techniques de construction des bâtiments d'habitation vernaculaire,
- L'accompagnement des recherches sur le développement des techniques de construction répondant aux besoins des populations Camerounaises, moins coûteux et écologiques, avec les technologies anciennes maîtrisées et adaptées par zone bioclimatique définie,
- L'encouragement des associations et organisations non gouvernementales (ONG) en la mise en œuvre concrète des concepts tels que 'les municipalités durables' et leur accompagnement par le gouvernement Camerounais,
- L'initiation d'un projet de loi portant 'intégration des techniques ancestrales dans les constructions des bâtiments d'habitation au Cameroun' et sa mise en application par l'état.

5 CONCLUSION

Dans cet article, nous avons présenté l'historique des efforts fournis par l'état du Cameroun dans la gestion des constructions des bâtiments à destination des habitations au Cameroun. En présentant les impacts sociaux et environnementaux des progrès scientifiques et techniques dans le génie civil et particulièrement le domaine de construction des bâtiments d'habitation, nous avons montré l'importance de retourner aux techniques de construction dites vernaculaires qui répondent aux besoins des populations aussi bien sur les plans social, économique que écologique. Ce retour aux sources pourra permettre de répondre à toutes les attentes portant sur la construction des bâtiments d'habitation au Cameroun en particulier et dans les pays africains en général, en assurant à l'établissement humain un meilleur cadre de vie et une meilleure conservation des cultures et parallèlement en luttant contre la pauvreté et la préservation des générations futures.

REFERENCES

- [1] Fijalkow, Y., Lévy, J.-P. (2008). Un siècle d'étude sur l'habitat française en géographie urbaine (1900-2000). *Annales de géographie*, 662 (4), pp. 20-41. ISBN 9782200924409. URL: <https://www.cairn.info/revue-annales-de-geographie-2008-4-page-20.htm>.
- [2] Allaume-Bobe, D. (2017). La qualité de l'habitat, condition environnementale du bien-être et du mieux vivre ensemble. *Conseil Economique, Social et Environnemental (CESE 10)*, pp. 1-137. ISBN 978-2-11-151105-7.
- [3] Semmoud, N. (2007). Habiter et types d'habitats à Alger. *Autrepart-revue de sciences sociales au Sud*, Presses de Sciences Po (PFNSP), pp. 163-180. HAL Id: halshs-00987268f.
- [4] Tapie, G. (2014). *Sociologie de l'habitat contemporain. Vivre l'architecture*. Editions Parenthèses, Marseille, coll. « Eupalinos », pp. 4-237.

- [5] Némou, S. (2011). La construction impérative de l'habitat durable: origines et perspectives d'un mot d'ordre à venir. *Emulations-Revue des Jeunes Chercheurs en Sciences Sociales*: 1-11.
- [6] Goloubinoff, V. (2013). Du protectorat Allemand au mandat Français. Le Cameroun en 1917-1918. Vu par Frederic Gadmer, photographe militaire. ECPAD-pôle des archives-fonds première guerre mondiale, pp. 1-51.
- [7] Chétima, M. (2009). Architecture traditionnelle dans les monts Mandara du Cameroun. *Aspects matériels et immatériels. Patrimoine et Histoire en Afrique: Recherches et Expériences* 3, pp. 25-27.
- [8] Perraudin, P.A. (2010). Etude d'un projet à Douala (Cameroun) dans un contexte global. Avant Projet Sommaire valorisant la Qualité Environnementale du Bâti dans un Pays en Voie de Développement (APS. QEB. PVD). Mémoire de fin de formation HQE. 60p.
- [9] MINHDU. (2020). Politique Nationale de l'Habitat. (Rapport d'étude: version provisoire). Ministère de l'Habitat et du Développement Urbain (MINHDU) -BREIT Consulting. République du Cameroun. 132p.
- [10] Nguefack, Y.M., Ekengoue, C.M., Kossi, B.A., Fotie, L.R., Bishweka, B.C., Kagou, D.A. (2020). Granular characterization and valorization of the weathering sands of the granite massifs of artisanal sand harvesting of Nepenet (Bafoussam Cameroon). *International Journal for Innovation and Applied Studies*. Article in Press.
- [11] Zogning, A., Ngouanet, C., Nghonda, J.P. (2008). Recherche scientifique et technique: gestion des risques et catastrophes naturels au Cameroun. In *incertitude et environnement: la fin des certitudes scientifiques*. Ed EDISUD. Chap 39. (Editeurs: Allard, P., Fox, D., Picon, B), pp. 457-466.
- [12] MINAT/PNUD. (1999). Inventaire, étude et cartographie des zones à risque au Cameroun, Rapport scientifique final du projet MINAT/PNUD CMR/003, Yaoundé, février 1999.
- [13] Njilah, I.K., Ghogomou, R.T., Lamilen, D.B., Mandeng, C.G., Belinga, S.E. (1999). Natural Catastrophes in Cameroon, in *Géologie et environnement au Cameroun*, VICAT J.-P., BILONG P. (ed.), collect GEOCAM, 2/1999, Press. Univ. Yaoundé, pp.71-81.
- [14] Tchoua, F.M. (1983). Les coulées boueuses de Dschang, août 1978, *Revue de Géographie du Cameroun* n° 4, Université de Yaoundé.
- [15] Lescuyer, G., Cerutti, P.O., Tshipanga, P., Bikolo, F., Adebou-Abdala, B., Tsanga, R., Yembe-Yembe, R.I., Essiane-Mendoula, E. (2014). Le marché domestique du sciage artisanale en République Démocratique du Congo: états des lieux, opportunités, défis. Document occasionnel 110. ISBN: 978-602-1504-36-9.
- [16] Fleury, M.-F. (2000). L'exploitation du bois et la déforestation: exemple du Brésil. *L'information Géographique*, 64 (1), pp. 58-70.
- [17] Abanda, F.H., Manjia, M.B., Cole, E., Mempo. B. (2014). The Potential of Efficient Mud-bricks Cookstove in Cameroon: An Exploratory Study. *Environmental Management and Sustainable Development*, 1 (4), pp. 106-119. Doi: 10.5296/emsd.v4i1.6715.
- [18] Ekengoue, C.M., Lele, R.F., Dongmo, A.K. (2018). Influence de l'exploitation artisanale du sable sur la santé et la sécurité des artisans et l'environnement: cas de la carrière de Nkol'Ossananga, Région du Centre, Cameroun. *European Scientific Journal*, 14 (15), pp. 246-268.
- [19] Ayenagbo, K., Kimatu, J.N., Gondwe, J., Rongcheng, W. (2011). The transportation and marketing implications of sand and gravel and its environmental impact in Lome-Togo. *Journal of Economics and International Finance*, 3 (3), pp. 125-138.
- [20] Chaussard, E., Kerosky, S. (2016). Characterization of black sand mining activities and their environmental impacts in the Philippines using remote sensing. *Remote Sensing*, 8 (100), pp. 1-16.
- [21] Mutiso, K. (2014). Impacts of instream sand harvesting on water supply, a case study of river Thwake, Makueni County. A research project submitted in partial fulfilment for the Award of a Degree Bachelor of environment (Environmental planning and management), Kenyatta University, Nairobi, Kenya.
- [22] Amponsah-Dacosta, F., Mathada, H. (2017). Study of sand mining and related environmental problems along the Nzhelele River in Limpopo Province of South Africa. *Mine Water and Circular Economy*, pp. 1259-1266.
- [23] Ladlow, C. (2015). An Assessment of the impacts of sand mining: Unjuga, Zanzibar. *SIT Graduate Institute/SIT Study abroad*. SIT Digital Collections. Independent Study Project, Helen Peek and Hamza, Z. Rijjaal, 41p.
- [24] Gavriltea, M.D. (2017). Environmental impacts of sand exploitation. *Analysis of sand market. Sustainability*, 9 (1118), pp. 1-26.
- [25] Yen, T.P., Rohasliney, H. (2013). Status of water quality subject to sand mining in the Kelantan River, Kelantan. *Tropical Life Sciences Research*, 24 (1): 19-34.
- [26] Ako, T.A., Onoduku, U.S., Oke, S.A., Essien, B.I., Idris, F.N., Umar, A.N., Ahmed, A.A. (2014). Environmental effects of sand and gravel mining on land and soil in Luku, Minna, Niger State, North Central Nigeria. *Journal of Geosciences and Geomatics*, 2 (2), pp. 42-49. Doi: 10.12691/jgg-2-2-1.
- [27] Kondolf, G.M. (1997). Hungry water: effects of Dams and gravel mining on River Channels. *Environmental Management*, 21 (4), pp. 533-551.

Follow-up of Physico-chemical parameters of the compost manufacturing tests according to the different constituents

Nikita Topanou^{1,2}, Mariane Domeize², Pascal Prudent², Jacques K. Fatombi¹, Jean Gouvidé Gbaguidi³, Josse Gérard^{2,4}, and Taofiki Aminou¹

¹Faculty of Science and Technology, Natitingou Water and Environmental Chemistry Laboratory, Natitingou, Benin

²Laboratoire Chimie Provence, Université Aix-Marseille, CNRS, Equipe Chimie Environnement Continental -3 Place Victor Hugo, 13331 Marseille Cedex 3, France

³Hydrology and Water Resources Management (Laboratoire d'Hydrologie Appliquée), National Water Institute, Calavi, Benin

⁴Laboratoire d'Analyses Physico-chimiques des Milieux Aquatiques (LAPMIA), Faculté des Sciences et Techniques (FAST), Université d'Abomey-Calavi (UAC), Benin

Copyright © 2021 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 presence of a high level of organic matter in solid household waste is a positive criterion for considering waste recovery through composting.

This research aimed at studying of the impact of the fermentable fraction of municipal solid waste during composting. Five (5) mixtures have been developed and in each of the treatments, the added fermentable fraction represents 25 or 50% of the removed fraction. The temperature, Total Organic Carbon, nitrogen and pH values of each treatment were determined during the maturation process of the compost manufacturing trials according to the different constituents.

Results revealed a strong positive correlation ($r^2 = 0.8566$) between the total organic carbon and the fraction of total organic matter in the mixtures submitted to composting. From the analysis of the compost treatments carried out, it appears that the inputs of the T50v treatment (treatment obtained by substituting 50% of vegetable matter with the fermentable fraction of the MSW) are well degraded at the end of composting. Consequently, they would bring a substantial quantity of organic matter as a soil amendment, despite a slightly high C/N ratio that could be compensated by an input of nitrogen compounds. This mixture could enrich the soil with a substantial quantity of humic substances.

KEYWORDS: household solid waste, composting, fermentable matter, vegetable matter, temperature, Carbon/Nitrogen (C/N).

1 INTRODUCTION

The choice of a material recovery method such as composting, a low-cost treatment, generally appears to be the most suitable solution for both developing and IP cities because of the high proportion of fermentable materials contained in several categories of waste (green waste, fermentable fractions, paper, cardboard). Composting is a biological process of conversion and valorisation of organic matter present in animal and vegetable forms which allows, under the action of aerobic bacteria with the presence of oxygen, their transformation into humic substances (Cenkseven et al., 2017 and Lehmann et al., 2015). This is one of the options, the most adopted in the countries south of the Sahara. This technic of recovery of fermentable matter is very widespread and adopted, according to the work of Muliele et al. (2017) and Mosler et al. (2006), for waste treatment in several countries. Indeed, this process benefits a high acceptance degree by the public both in the IPs and in those under development according to the work of Parrot et al. (2009) and Féniel et al. (2009). The problem with composting is the quality of the incoming products, and therefore the selective collection of the fermentable fraction from household waste (FFOM).

The success of this sector is linked to obtaining a quality product that ensures a good image of the compost and therefore stable outlets. Consequently, it is necessary to control the composting process in each of its stages in order to ensure the good quality of the final product with a good price.

Our previous work indicates that the waste of Abomey - Calavi city is characterized by a C/N ratio of 15.81 and comprising 52.41% compostable materials and recommends recovery by composting preceded by sorting (Topanou et al., 2011).

It is in this order that the present study aim to determine the best treatments for obtaining mature compost, taking in account physicochemical and empirical parameters.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 MATERIALS

During the composting process, the following constituents are collected, the plant fraction (azadirata indica and chromolena odorata), fermentable matter obtained after sorting of solid household waste collected exclusively to make compost, cow dung collected on the farm of the Faculty of Agronomic Sciences (FSA) of Abomey-Calavi University, poultry droppings obtained from a laying hen rearing site located in Akassato.

For each pit, 100 kg is divided in 10 alternative layers of 10 kg each. A layer is composed of a fraction of each component in the calculated proportions (Table 1). According to the literature, which recommends 70% vegetable matter for 30% animal matter per pit, different mixtures are made (Alidadi, et al., 2016). The control mixture consists exclusively of green waste and animal waste. The objective being to study the impact of the fermentable fraction of municipal household waste during composting, this fraction has been gradually introduced as a substitute for animal dejecta (mix a) in one hand, and plant debris (mix v) in other hand. A total of 5 mixtures were produced and, in each case, the added fermentable fraction represents 25 or 50% of the removed fraction. (Table 1)

Table 1. Composition of the constituents of each mixture

Mixtures	Fermentable Matter (MF)	Plant debris (DV)	Animal dung (cow dung and animal droppings) (DA)
T ₀	0 %	70 %	30 %
T _{25a}	7,5 %	70%	22,5 %
T _{50a}	15 %	70%	15 %
T _{25v}	17,5 %	52,5 %	30 %
T _{50v}	35 %	35 %	30 %

Legend: T_{ij} = Treatment of compost obtained with i % substitution of fraction j (with j=a= animal or j= v= vegetable).

A Full Random Block Device (FBD) with three repetitions (Figure 1), in a real (not controlled) environment was used. A total of 15 pits were constructed.

The mixture was stirred with a pitchfork every 2 weeks for the first 2 months and once a month for 4 months until the compost matured.

During the first turning, 22 L of water was added to each pit to increase the moisture content during the treatments. The water used on the composting site is from the national water distribution company (Soneb). On all other occasions, when turning over, the mixture was quite wet and no water was added.

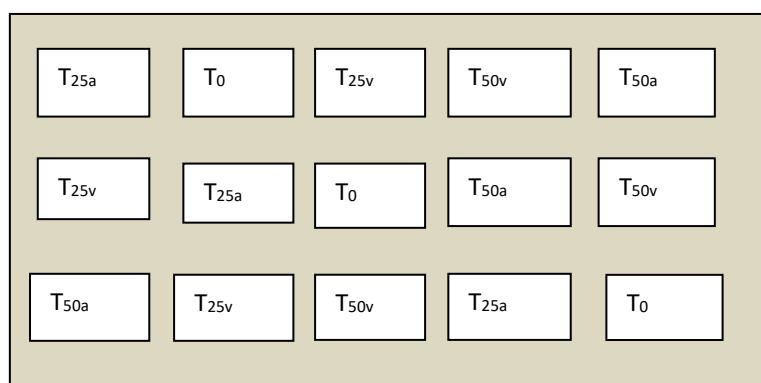


Fig. 1. Diagram of the experimental device adopted on the site for the composting trial

Legend: R1 = Repeat No. 1; R is the row of the repeat row.

2.2 COMPOSTING

The composting tests were carried out in a 250 m² area, isolated from any human activity and sheltered from the wind. A 0.5 m³ pit was dug (photo 1 a).

In order to limit the impact of bad weather on the compost, each pit is delimited by four rods which are surrounded by a plastic sheet (photo 1 b). The pit is then covered with the plastic sheet at the end of the filling process (photo 1 g). In the center of each pit there is a rod (photo 1e) which will facilitate the introduction of the thermometer for daily temperature taking (photo 1i).



Photo 1 a: 0.5m³ pit delimited by four rods



Photo 1b: 0,5m³ pit delimited by a tablecloth in bags



Photo 1c: 0.5m³ pit with watering system



Photo 1d: Filling of the pit with the different components

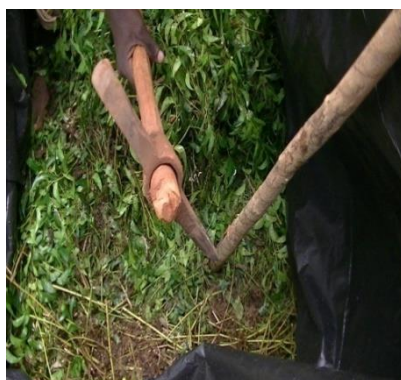


Photo 1e: Grounding of the 5th rod in the center of the pit

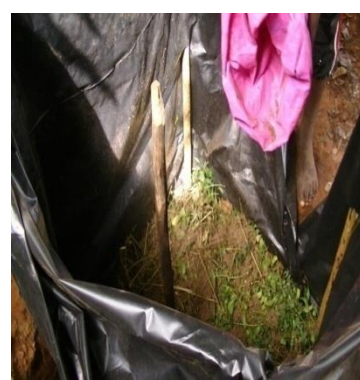


Photo 1f: Pit filling process

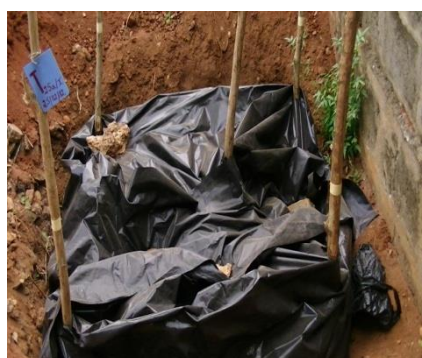


Photo 1g: Pit covered after filling



Photo 1h: Partial view of the closed pits



Photo 1i: Introduction of the thermometer for taking a temperature

Photo 1: Different stages of the composting process (Photo Topanou, 2019)

2.3 MONITORING OF PARAMETERS

2.3.1 TAKING THE TEMPERATURE IN COMPOST WINDROWS

The temperature (T) was measured directly by a "SANDBERGER" thermometer in the compost windrows. The measurement is made every two days (photo 1i).

2.3.2 PE AND CONDUCTIVITY MEASUREMENT

The oxidation-reduction potential (ORP) and conductivity (EC) were measured with a "Toilets Proof family HANNA Instruments" multimeter on the water extracts for the various composts.

2.4 OBTAINING THE COMPOST

At the end of the process the compost obtained is sieved on the sorting table. The fine compost material (MFC) collected through the 2 mm mesh, is weighed and sent to the laboratory to determine its physico-chemical parameters. The non-fine material called reject material (RM), obtained through the 2 mm mesh, is also weighed and kept in bags at the composting site.

3 RESULTS AND DISCUSSIONS

3.1 TEMPERATURE VARIATION DURING THE COMPOSTING PROCESS

Globally, the five (5) experiments have an identical behaviour during composting. The biological activity slowed down on day 6 and, less markedly on day 15, probably due to the oxygen lack and/or water manifested by a drop in temperature then a new increase observed after turning (Figure 2). The turnaround, carried out every two (2) weeks, results in the drop in temperature characteristic of this action as shown in Figure 2, then a restart of the biological activity results in the increase in temperature. At the end of the bio-oxidation phase, the temperature naturally drops due to the end of degradation of the easily biodegradable molecules releasing energy. The temperature begins to decrease on day 16, which may indicate that the bio-oxidation phase is almost over. During the composting process, a drop in temperature sometimes indicates an anaerobic degradation phase and therefore a low activity of aerobic micro-organisms (Tremier et al., 2005a and Béghin-Tanneau 2019). In other hand, a rise of temperature confirms the active phase of the aerobic decomposing organisms (Chen et al., 2014, Béghin-Tanneau 2019). The temperature variation observed (Figure 2) during the composting process confirms the degradation of organic matter.

The measured temperature values are relatively low for the five (5) treatments. The maximum temperature observed, not far from the ambient temperature (28°C) is not very high and corresponds to a value observed during the composting of green waste (Koledzi et al., 2012). To compare, the transformation of animal dejecta can raise the temperature to 40°C, whereas sludge from the plant can reach 70°C or more (Zhang et al., 2012).

Thus, the temperature of T25V compost is slightly higher than the temperature for the other experiments at the end of the process. Only the T50v compost seems to have a stabilisation of the temperature from day 25 onwards, while a further increase is observed for the others. The T50V compost, made up of 1/3 of each fraction (35% FFOM, 35% DV and 30% DA), behaves in a similar way to that of the control.

However, as the experiment was limited in time (4 months of composting), the main objective of the study was to see if the behaviour was different according to the mixes in terms of compostability. Thus, maturation, although an important indicator (Doublet et al., 2011), could not be measured in the laboratory. Empirical parameters were used to assess the maturity of the manufactured composts.

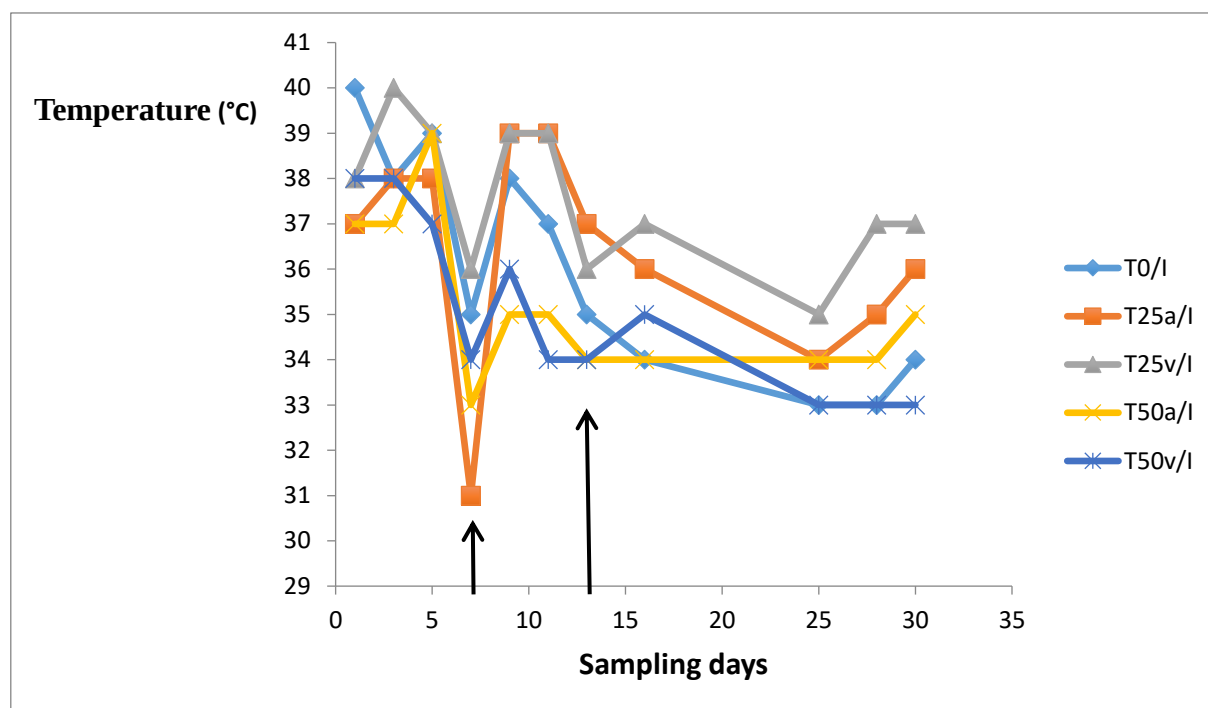


Fig. 2. Temperature variation over time per treatment

Temperature monitoring can be misleading. The temperature may be low, because aeration or moisture are deficient, without the compost being in the maturation phase (Zhang et al., 2012). For this reason, compost should be considered to have entered the maturation phase when the temperature stabilises and not when it decreases. Temperature is a good indicator of organic matter degradation that should be monitored regularly. However, the analysis of the evolution of a single parameter in isolation among several others is insufficient and can lead to misinterpretations (Doublet et al., 2011). The combination of several parameters provides additional information. For this reason, a combined analysis of several parameters was chosen.

3.2 EFFECTS OF THE DIFFERENT TREATMENTS STUDIED ON THE CHEMICAL PARAMETERS OF THE COMPOST

The percentage of fine compost material collected at the end of the composting process is higher than 75% for all treatments with a value of 84.95 ± 0.44 for the T50v treatment (treatment obtained by substituting 50% of vegetable matter with the fermentable fraction of the DSM), significantly different from the other values. This treatment corresponds to a lower proportion of plant fraction, i.e. the presence of weakly and slowly biodegradable molecules (Hossain et al., (2017) and Béghin-Tanneau et al., (2017)). As the presence of fine matter confirms good degradation, it would be plausible to conclude that the inputs of the T50v treatment are well degraded at the end of composting. In other hand, the T25a and T50a treatments containing, together with the T0 control, the highest rate of vegetable waste with slower degradation, have the lowest percentages of fine matter in the compost (MFC) (Table 2). The plant fractions are rich in cellulose and lignin, compounds that are poorly biodegradable (Khalil et al., 2008).

The variance analysis reveals that the treatments had a highly significant effect (at the 5% threshold) on all physical parameters of the compost, fine matter, TOM (Total Organic Matter) and, to a lesser extent, moisture (Table 2). Discriminant analysis of the averages shows that the T50v treatment has the highest MOT and fine compost material (FCM) values, while the lowest MOT and FCM values are for the T50a treatment. It is not possible to discriminate the moisture content of the different experiments on the basis of the statistical results. This information is logical, as the compost heaps remained moist during the process.

Furthermore, the variance analysis of the effect for the different treatments on the chemical parameters analysed at the end of composting (Table 2) also reveals that the treatments tested had a highly significant effect (at the 5% threshold) on total organic carbon (TOC), Kjeldahl nitrogen (KN) and consequently on the C/N ratio.

In other hand, their effect was not significant (at the 5% threshold) on the redox potential (EH) and pH. During the bio-oxidation phase, the biodegradation of easily biodegradable organic matter results in an increase in redox potential due to the mineralisation of easily biodegradable molecules and the appearance of molecules responsible for the increase in redox potential (Zhang et al., 2012 and Cottés et al., 2019). However, at the end of composting, according to the work of Cottés et al. (2019) and Khalil et al. (2008), the redox potential stabilises at a value close to 80 mV and then In the 5 experiments, all the PE values determined are close to 80 mV, thus indicating that the maturation process has started. Indeed, during the maturation phase, the molecular recombination observed is

responsible for the appearance of humic substances, especially humic acids (Doublet et al., 2011). The formation of these highly polymerised, high molecular weight and antioxidant products leads to a decrease in the oxidation-reduction potential during composting and a stabilisation during maturity (Chenu et al., 2019; Kappler et al., 2004). During the ripening phase, the pH value stabilises around a value slightly above neutral.

Table 2. Analysis of variance of compost parameters (mean values $\pm$ standard errors) according to the treatments studied after 120 days of composting

Traitements	T ₀	T _{25a}	T _{25v}	T _{50a}	T _{50v}	Valeurs de Fisher	CV (%)
MOT (Total Organic Matter)	63,28 $\pm$ 1,19 b	62,46 $\pm$ 0,42 b	64,78 $\pm$ 1,73 b	57,70 $\pm$ 0,99 c	70,21 $\pm$ 0,95 a	13,42***	3,35
MFC (Fine Compost Materials)	79,68 $\pm$ 0,90 b	78,88 $\pm$ 0,53 b	80,04 $\pm$ 1,45 b	78,63 $\pm$ 1,20 b	84,95 $\pm$ 0,44 a	16,13***	1,39
RF (Rejected Materials)	20,32 $\pm$ 0,90 a	21,12 $\pm$ 0,53 a	19,96 $\pm$ 1,45 a	21,37 $\pm$ 1,20 a	15,05 $\pm$ 0,44 b	16,13***	5,71
HUM (humidity)	68,81 $\pm$ 2,93 a	68,22 $\pm$ 1,70 a	61,62 $\pm$ 2,64 ab	65,80 $\pm$ 1,11 a	56,45 $\pm$ 2,21 b	5,51**	5,94
TOC (mg C/g) (Total Organic Carbon)	26,32 $\pm$ 0,09b	23,63 $\pm$ 0,22 c	24,46 $\pm$ 0,51c	19,18 $\pm$ 0,29d	28,37 $\pm$ 0,05 a	168,52 ***	1,88
Total N (mg/g) (Kjeldahl Nitrogen)	1,05 $\pm$ 0,00 b	1,05 $\pm$ 0,02 b	0,96 $\pm$ 0,02 c	1,33 $\pm$ 0,03a	1,03 $\pm$ 0,01 b	78,65***	2,66
C/N ratio	25,04 $\pm$ 0,11b	23,07 $\pm$ 0,28c	25,45 $\pm$ 0,46b	14,36 $\pm$ 0,49d	27,63 $\pm$ 0,20a	328,21***	2,13
pH water	7,93 $\pm$ 0,10a	8,04 $\pm$ 0,15a	7,87 $\pm$ 0,12a	7,75 $\pm$ 0,04a	7,77 $\pm$ 0,08a	2,35ns	1,73
E _h (mV)	84,88 $\pm$ 0,83a	83,88 $\pm$ 0,26a	84,42 $\pm$ 0,33a	84,82 $\pm$ 0,66a	83,88 $\pm$ 0,29a	0,69ns	1,2

The averages followed by the same alphabetical letters and for the same chemical parameter of the compost are not significantly different ($P > 0.5$) (0.05) according to the SNK test. **: Highly significant at the 5% threshold; ***: Highly significant at the 5% threshold; ns: Not significant at the 5% threshold.

Our study indicates pH values in order of 8, which can be explained by the presence of ammonium ions and corroborate the work of Muliele et al, (2017) and Béghin-Tanneau, 2019.

Thus, it seems that the mineralisation is not completely finished and/or that the presence of nitrogen groups in the inputs results in a slight ammonification.

Furthermore, discriminant analysis of the mean (Table 2) shows that at the end of the treatment, the total organic carbon content is highest (28.37 $\pm$ 0.05 mg.g⁻¹) for the T50v treatment as opposed to the T25a treatment, for which the TOC value is lowest (23.63 $\pm$ 0.22 mg.g⁻¹). The control (T0) nevertheless has the second TOC value, after that of the T50v compost treatment. For Kjeldahl nitrogen, the highest value is observed for the T50a treatment, while the lowest value in NTK is observed for the T25a and T0 treatments. Thus, the highest value of C/N ratio was observed by the T50v treatment while the lowest value was observed by the T25a treatment. At the end of the experiment, the T25a compost has a C/N value compatible with soil recovery, whereas the T50V compost still requires a decrease in this value, by reducing its carbon quantity. In fact, the application of a low-nitrogen amendment to the soil (C/N>20) leads to nitrogen "hunger" according to the work of Zhang et al. (2012) and Hossain et al. (2017). When enriching the soil, the low nitrogen content of the amendment leads to soil nitrogen consumption by microorganisms. The C/N ratio is an important parameter in soil organic matter recovery. However, this parameter is the only one in our experiment that differs from one compost to another at the end of composting depending on the initial mixtures made. Thus, depending on the future use of the product and the nature of the soil to be enriched, the composition of the mixture to be composted will be adjusted.

Moreover, if we disregard the C/N ratio of the T50V compost, which is too high, it seems that this mixture resulted in a good degradation: highest rates of fine matter and total organic matter (Table 2), temperature stabilisation at the end of the experiment (figure 2). With the exception of pH and redox potential, T50V compost differs from other composts for all the parameters analysed. The balanced composition of this mixture probably explains its different behaviour from other composts, confirming that the quality of the product at the end of the process is closely linked to the inputs. Chenu et al, 2019 and Tremier et al, 2005 indicate that the quality of a compost obtained is conditioned by the nature of the initial products, the monitoring of physico-chemical parameters, and the quality of the final product. Especially the end use for which it is intended. The choice of the type of compost depends on the intended production objectives and the defects noted in the soil to be enriched.

3.3 INTERRELATIONSHIPS BETWEEN THE DIFFERENT PARAMETERS OF COMPOST

The Principal Component Analysis (PCA) applied to the physico-chemical parameters and the different compost treatments indicates that the first two axes express respectively 63.9% and 24.2% of the concentrated information, with a total of 88.1%.

The principal component analysis shows that the compost parameters TOC, MOT and, to a lesser extent, compost fines (CFC) are negatively correlated with the first principal component (axis 1), while the fines rejection parameters (RF) are positively correlated with the first principal component (Figure 3). This would mean that axis 1 represents the organic matter contained in the compost, which organic matter is related to the fine matter in the compost. In contrast, Kjeldahl nitrogen is positively correlated to the second main component, while the parameter pH water is negatively correlated to this second main component. As a result, axis 2 represents the acidity of the product, explained mainly by ammonium ions, with NTK measuring not only organic nitrogen but also ammoniacal nitrogen. Thus, two (2) processes can be observed on the PCA: humification process in one hand and the ammonification process in other hand.

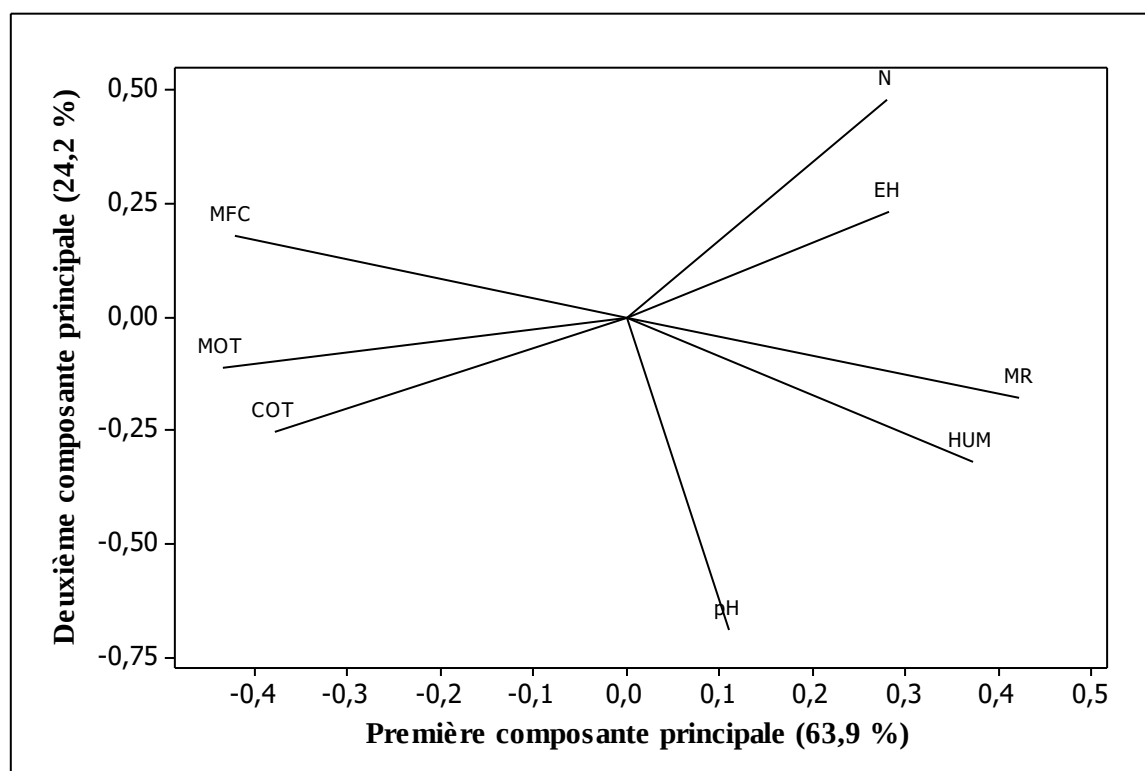


Fig. 3. Physico-chemical characteristics representation of compost treatments in the factorial plan

If we look at the representation of the different treatments on a factorial level (Figure 4), we can see that three (3) composts stand out clearly from the center of the graph: T50v, T50a and T25a. Concerning the T50V compost, previously identified as having values statistically different from other composts, it is positioned in the same place as the MOT and fine compost materials. Thus, this mixture could provide a substantial amount of well degraded organic matter.

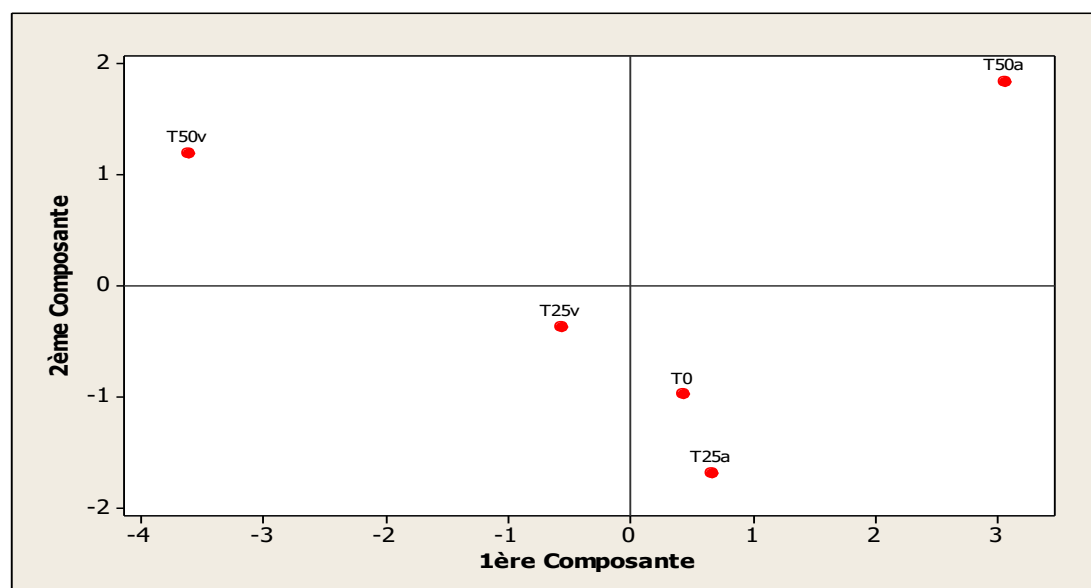


Fig. 4. Representation of the different compost treatments in the factorial plan

T50a, a treatment obtained by substituting 50% of the animal excreta with the fermentable fractions of DSM, saw an increase in the proportion of plant matter and a decrease in the proportion of animal excreta. This would explain the high values of the above-mentioned compost parameters, as the starting materials were only slightly transformed by the microorganisms. The biodegradation phase does not seem to have been completed in this compost. The T50v treatment is on the fine material side of the compost and the organic matter side. Furthermore, the T50V and T50a treatments are opposite to the "Organic Matter" axis. Thus, the more plant debris is substituted, the greater the fine matter in the compost. Moreover, the T25a and T50a treatments are opposed around the axis of acidity. The use of the fermentable fraction of solid household waste as a substitute for animal dejecta would therefore lead to a discrimination around this phenomenon, with a higher proportion of ammonium for compost containing a larger fraction of the fermentable fraction. These results confirm the correlations observed between the different parameters (Table 3). The correlation matrix of the physico-chemical characteristics of the composts shows a significant correlation at the 1% threshold between pH and TOC ($r = 0.41$), pH and Nitrogen ($r = 0.476$), and also between p.e. and TOC ($r = 0.348$), then p.e. and N ($r = 0.528$).

Table 3. Table 3: Correlation between the different physico-chemical parameters of the different compost treatments (Pearson's coefficient)

	Total Organic Carbon	N	Humidity	pH	E _H	Total Organic Matter
COT		-0,286	-0,210	0,410**	0,343*	0,787**
N			0,168	0,476**	0,528**	-0,325*
Humidity				0,267	0,250	-0,351*
pH					0,920**	0,159
E _H						0,131
Total Organic Matter						

* Significant correlation at the 5% threshold; ** Significant correlation at the 1% threshold

3.4 PARAMETERS FOR ASSESSING COMPOST MATURITY

Compost maturity is the final step in the composting process. It is one of the main criteria for assessing the quality of this product in agronomy. The maturity of composts corresponding to the stability of the organic matter on the physical, chemical and biological level is a function of the different proportions of the initial constituents and of the respect of the conditions (humidity, oxygenation) for the composting process (El-Fadel et al., 2002). It is, however, relative, as the maturity of the product depends closely on its future use (Table 4).

The stage of maturity of the compost is generally assessed by taking in account the agronomic, chemical and/or empirical parameters also used in the field. While they lack a scientifically objective approach and require practical experience on the part of the person evaluating the compost, empirical parameters nevertheless provide good indicators of the aerobic degradation of organic matter and

the progress of the humification process. It is a matter of observing and manipulating the compost in order to define its stage of evolution. This method has the advantage of being rapid but not very scientific. A well humified compost has the following characteristics (Khalil, 2005, Doublet et al., 2011):

- (1) it does not stick;
- (2) it does not give off an ammonia smell;
- (3) its temperature is low even if the humidity remains good;
- (4) it is granular and dark in colour;
- (5) its original constituents are no longer distinguishable to the naked eye.

At the end of the four-month manufacturing process, the various composts obtained respond well to these characteristics, both before and after screening (Photo 18 and 19). Indeed, they have an odour near to the smelled in the undergrowth and have a dark brown colour, corresponding to the probable presence of humic substances. They do not stick either and their original constituents are no longer or hardly distinguishable to the naked eye.

It results from the monitoring of the composting process that the 5 treatments have identical behaviour in terms of compostability of the different constituents. The representation of the physico-chemical parameters in the factorial plan shows that there are three types of compost obtained with the more mature T50v treatment.

The T50v treatment, with parameters statistically different from the others, could bring a substantial quantity of organic matter as a soil amendment, despite a slightly high C/N. This defect could be compensated by an addition of nitrogen compounds.



Photo 2: Fine materials from manufactured composts tests



Photo 3: Rejected materials from manufactured composts tests

4 CONCLUSION

In view of the work above, composting preceded by sorting is an option for the recovery of solid household waste and a solution to the consequences of the practice of backfilling the shallows with waste in an environment where the waste management system is sometimes not very operational.

It results from the monitoring of the composting process that the five (5) treatments have an overall identical behaviour in terms of compostability of the different constituents. The different composts obtained respond well to the characteristics of maturity, have an odour near to the smelled in the undergrowth and have a dark brown colour, corresponding to the probable presence of humic substances. They do not stick either and their original constituents are no longer or hardly distinguishable to the naked eye.

A more in-depth study over a longer period of time, integrating the maturation process, associated with a follow-up of soil recovery will be envisaged in our subsequent work.

REFERENCES

- [1] Alidadi, H., Hosseinzadeh, A., Najafpoor, A. A., Esmaili, H., Zanganeh, J., Takabi, M. D., & Piranloo, F. G. (2016). Recyclage des déchets par vermicompostage: Évaluation de la maturité et de la qualité via l'activité enzymatique de la déshydrogénase, la lignine, le carbone soluble dans l'eau, l'azote, le phosphore et d'autres indicateurs. *Journal of environmental management*, 182, 134- 140.
- [2] Béghin-Tanneau, R., Guérin, F., Guiresse, M., Kleiber, D. & Scheiner, J.D. (2019). Séquestration du carbone dans un sol amendé par des matières digérées en anaérobiose. *Soil and Tillage Research*, 192, 87-94.
- [3] Cenkseven, S., Kizildag, N., Kocak, B., Aka Sagliker, H., Darici, C., (2017). Soil Organic Matter Mineralization under Different Temperatures and Moisture Conditions in Kızıldag Plateau, Turkey. *Sains Malays.* 46, 763-771. <https://doi.org/10.17576/jsm-2017-4605-11>.
- [4] Chen, R., Senbayram, M., Blagodatsky, S., Myachina, O., Dittert, K., Lin, X., Blagodatskaya, E. & Kuzyakov, Y. (2014). La disponibilité en C et N du sol détermine l'effet d'amorçage: extraction microbienne de 231 N et théories de décomposition stoechiométrique. *Global Change Biology*, 20, 2356- 2367.
- [5] Chenu, C., Angers, D.A., Barré, P., Derrien, D., Arrouays, D. & Balesdent, J. (2019). Accroître les stocks de matières organiques dans les sols agricoles: Lacunes dans les connaissances et innovations potentielles. *Soil and Tillage Research*, 188, 41-52.
- [6] Cottés, J., Saquet, A., Palayret, L., Husson, O., Béghin, R., Allen, D., Scheiner, J., Cabanes, C. & Guiresse, M. (2019). Effets du potentiel redox (Eh) et du pH du sol sur la croissance du tournesol et du blé. *Archives d'agronomie et de science du sol*, 0, 1-15.
- [7] Doublet J., Francou C., Poitrenaud M., Houot S., (2011), Influence of bulking agents on organic matter evolution during sewage sludge composting; consequences on compost organic matter stability and N availability. *Bioresource Technology* 102, 1298-1307.
- [8] El-Fadel M., Bou-zeid E., Chahine W., Alayli B. (2002), Temporal variation of leachate quality from pre-sorted and baled municipal solid waste with high organic and moisture content, *Waste Management* 22: 269-282.

- [9] Fénier Philippe et Marc Culot (2009). Production et caractéristiques des déchets solides ménagers dans la ville de Cape Haitian, République d'Haïti. *Ressources, Conservation et Recyclage* 54, pp.73-78.
- [10] Hossain, Md.B., Rahman, Md.M., Biswas, J.C., Miah, Md.M.U., Akhter, S., Maniruzzaman, Md., Choudhury, A.K., Ahmed, F., Shiragi, Md.H.K., Kalra, N., (2017). La minéralisation du carbone et l'émission de dioxyde de carbone par la matière organique ont ajouté du sol sous différents régimes de température. *Int. J. Recycl. Org. Déchets Agric.* 6, 311-319. <https://doi.org/10.1007/s40093-017-0179-1>.
- [11] Kappler A., Benz M., Schink B., Brune A., (2004), Electron shuttling via humic acids in microbial iron (III) reduction in a freshwater sediment. *Microbiology Ecology* 47 (1): 85-92.
- [12] Khalil A., Domeizel M., Prudent P., 2008, Monitoring of green waste composting process based on redox potential, *Bioresource Technology* 99 (2008) 6037-6045.
- [13] Koledzi E. K., Louis J., Baba G., Gaia L., Koriko M., 2008, Monitoring of green waste composting process based on redox potential, *Bioresource Technology* 99 (2008) 6037-6045. A., Sanonka T., Matejka G., (2012), Urban waste management; composting control by oxygen content measurement, *International journal of emerging trends in engineering and development*, Issue 2, Vol 5 July 2012.
- [14] Laurent Parrot, Joel Sotamenou et Bernadette Kamgnia Dia, (2009), *Gestion des déchets solides municipaux en Afrique: Stratégies et moyens d'existence à Yaoundé, Cameroun*", *Waste Management* 29 pp. 986–995.
- [15] Lehmann, J., Kleber, M., (2015). La nature litigieuse de la matière organique du sol. *Nature* 528, 60- 68. <https://doi.org/10.1038/nature16069>.
- [16] Mosler, H.J., Drescher, S., Zurbrugg, C., Rodriguez, T.C., Miranda, O.G., (2006), formulation de stratégies de gestion des déchets basées sur les pratiques de gestion des déchets des ménages à Santiago de Cuba, Cuba. *Habitat International* 30 (4), 849-862.
- [17] Muliele, T.M., Nsombo, B.M., Kapalay, O.M., Mafuka, P.M.-M., (2017). Amendements organiques et dynamique de l'azote minéral dans le sol sableux de Kinshasa (RD Congo). *J. Anim. Plant Sci.* 32, 12.
- [18] Topanou N, Domeizel M, Fatombi J, Josse RG, Aminou T, (2011), Caractérisation des déchets solides ménagers dans la ville d'Abomey - Calavi au Bénin, *Journal Protection de l'environnement* 2, p 669-676;.
- [19] Tremier A., de Guardia a., Massiani C., Paul, E., Martel J.L., (2005a). A respirometric method for characterising the organic composition and biodegradation kinetics and the temperature influence on the biodegradation kinetics, for a mixture of sludge and bulking agent to be co-composted, *Bioresource Technology* 96, 169-180.
- [20] Zhang Y., Zhang G., Houot S., Doublet J., Steyer J.P., Zhu Y.G., Barriuso E., Garnier P., (2012), Modelling of organic matter dynamics during the composting process, *Waste Management* 32 (2012) 19-30.

Perceptions paysannes d'options technologiques de gestion intégrée de la fertilité des sols sous cultures de sorgho et de niébé dans la région Est du Burkina Faso

[Farmers' perceptions of technological options for integrated soil fertility management under sorghum and cowpea crops in the eastern region of Burkina Faso]

Pouya Mathias Bouinzemwendé, Serme Idriss, Gnankambary Zacharia, Zoumboudre Georges, Somda B. Béatrice, Kiba D. Innocent, Sedogo Michel Papaoba, and Lompo François

Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) du Burkina Faso, Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (CNRST), 04 BP 8645, Ouagadougou 04, Burkina Faso

Copyright © 2021 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: Burkina Faso's agricultural systems are space-intensive and are characterized by their low productivity. In the past, a shifting cultivation system with fallow was practiced by farmers. With demographic pressure and the migratory phenomenon, this traditional system of regeneration and management of soil fertility has almost disappeared. The search for manure formulas adapted to the main crops of the East was the object of our study. To this end, a participatory evaluation using the matrix scoring method made it possible to establish the value of these combinations of manures. The study covered thirty (30) fields in leached tropical ferruginous soils with a sandy clay texture (Kotchari, Pentinga). The participatory evaluation by producers made it possible to assess the probability of acceptance of several manure formulas by them. This probability of accepting the manure options generally reflects the performance of a combination of manures and the producers' preference for this manure. For the producer, yield, economic reproducibility, accessibility to inputs and valuation of labor constitute criteria for the adoption or rejection of a manure formula. The cultural weight of speculation is also a criterion for adopting a fertilizer formula. It emerges from this participatory evaluation: the relevance of the organo-phosphate manure formulas (5t / ha fo + 50Kg / ha Urea 5t / ha; fo + 200Kg / ha BP + 50Kg / ha Urea and 5t / ha fo + 200Kg / ha BP + 50Kg / ha Urea + 150Kg / ha NPK on sorghum; 200Kg / ha + 100Kg / ha NPK BP 200Kg / ha BP + 50Kg / ha Urea). It is therefore advisable to produce enriched composts with a view to intensification. Organo-mineral manure is essential for the peasants in a perspective of sustainable intensification and in their agro-socio-economic criteria. The agronomic effectiveness of rock phosphate associated with mineral fertilizers (Urea, NPK especially) on cowpeas is perceived and seems a less expensive alternative. Judicious management of local resources (natural phosphates, organic matter) combined with good cultivation techniques (crop associations and rotations) can be an alternative to the use of imported fertilizers and an approach for the development of sustainable agriculture.

KEYWORDS: technological options, fertility, soils, peasant perceptions, Burkina Faso.

RESUME: Les systèmes agricoles du Burkina Faso sont extensifs et sont caractérisés par leur faible productivité. Dans le passé, un système de culture itinérante avec jachère était pratiqué par les agriculteurs. Avec la pression démographique et au phénomène migratoire, ce système traditionnel de régénération et de gestion de la fertilité des sols a quasiment disparu. La recherche de formules de fumures adaptées aux principales cultures de l'Est a fait l'objet de notre étude. Une évaluation participative à travers la méthode de la notation matricielle a permis d'établir l'intérêt des producteurs pour les différentes options de gestion de la fertilité. L'étude a porté sur des sols ferrugineux tropicaux lessivés et à texture sablo- argileux, trente (30) champs ont été étudiés (Kotchari, Pentinga). L'évaluation participative par les producteurs a permis d'évaluer la probabilité d'acceptation de plusieurs formules de fumures par ces derniers. Cette probabilité d'acceptation des options de

gestion de la fertilité traduit en règle générale la performance d'une combinaison de fumures et la préférence des producteurs portée à cette option. Pour le producteur, le rendement, la reproductibilité économique, l'accessibilité aux intrants et la valorisation de la main d'œuvre constituent des critères d'adoption ou de rejet d'une formule de fumure. Le poids culturel de la spéculation est aussi un critère d'adoption d'une option de fumure. Il ressort de cette évaluation participative: la pertinence des formules de fumure organo-phosphatées (5t/ha fo+50Kg/ha Urée 5t/ha; fo+200Kg/ha BP+ 50Kg/ha Urée et 5t/ha fo+200Kg/ha BP+ 50Kg/ha Urée+150Kg/ha NPK sur sorgho; 200Kg/ha+100Kg/ha NPK BP 200Kg/ha BP+ 50Kg/ha Urée). Ainsi est-il recommandé la production des composts enrichis dans une perspective d'intensification. La fumure organo-minérale s'avère incontournable pour les paysans dans une perspective d'intensification durable et selon leurs critères agro-socio-économiques. L'efficacité agronomique du phosphate naturel associé aux engrais minéraux (Urée, NPK surtout) sur le niébé est perçue par les producteurs et semble une alternative moins onéreuse. Une gestion judicieuse des ressources locales (phosphates naturels, matière organique) combinée à de bonnes techniques culturales (associations et rotations culturales) peut-être une alternative à l'utilisation des engrais importés et une démarche pour le développement d'une agriculture durable.

MOTS-CLEFS: options technologiques; fertilité, sols, perceptions paysannes, Burkina Faso.

1 INTRODUCTION

L'autosuffisance alimentaire est toujours une priorité au Burkina Faso bien que 85% de la population active se soit consacrée à l'agriculture. Cette recherche de sécurité alimentaire est menacée par une pression démographique se traduisant par une pression foncière avec pour conséquence la baisse du niveau de fertilité des sols (Bacyé *et al.*, 2019; Tinguéri *et al.*, 2019 et Traoré *et al.*, 2020), des multiples phases de sécheresse et une mauvaise répartition tempo-spatiale des pluies (Simonneaux *et al.*, 2015; Gourfi *et al.*, 2018; Pouya *et al.*, 2020). En outre de nombreux travaux de recherche réalisés sur les sols du Burkina Faso ont révélé d'une part leur carence quasi générale en phosphore et d'autre part une acidification dès leur mise en culture. En effet les teneurs en phosphore total dans les sols non cultivés sont faibles et généralement inférieures à 200 mg /Kg (Kiba *et al.*, 2012, Pouya, 2014). D'autre part les sols agricoles du Burkina sont dans leur majorité des sols ferrugineux tropicaux caractérisés par leur pauvreté en matière organique avec des teneurs généralement inférieures à 2% (Kissou *et al.*, 2018; Bacyé *et al.*, 2019). La matière organique est considérée comme l'indicateur de qualité des sols et de l'agriculture durable le plus pertinent (Ouédraogo *et al.*, 2019; van Wesemael *et al.*, 2019). Ces facteurs (BP, MO) s'avèrent incontournables, dans le cadre d'une agriculture productive et durable. Le constat clé dans la région de l'Est est le risque d'une dégradation de plus en plus croissante des sols et la baisse de leur fertilité (agriculture minière et itinérante). Les problématiques de gestion durable et productive des ressources naturelles et, de gestion de la fertilité des sols basée sur la valorisation des ressources locales (substrats organiques et phosphates naturels) se pose dans cette zone. Dans un tel contexte, une approche intégrée et participative de gestion de la fertilité peut pallier à ce problème de sécurité alimentaire (Baptista, 2016; Saidou *et al.*, 2016; Pouya *et al.*, 2020). C'est justement la préoccupation de ce présent travail qui veut promouvoir les meilleures combinaisons de fumures à base de fumier et de phosphates naturels adaptées pour les principales cultures de l'Est. Il s'est fondé sur les hypothèses suivantes: (1) les formules de fumures à base de fumier et BP ont un impact agronomique; (2) les producteurs sont capables avec leurs propres critères socio-économiques de faire un choix des meilleures formules de fumures de fertilisation selon le type de culture.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 DESCRIPTION DU SITE L'ÉTUDE

L'étude a été conduite dans les communes rurales de Kotchari (11°50'22" de latitude Nord, et 1°54'59" de longitude Est) et Pelinga situés dans la province de la Tapoa (Kuela, 2000; DRED/MED, 2004). La province de la Tapoa dispose d'importantes ressources naturelles notamment en terres cultivables, en formations végétales et en zone de pâturages (partie sud). Ces ressources demeurent à ce jour relativement bien préservées du fait d'une faible densité de l'ordre de quatre (04) habitants/km² (Kuela, 2000; Guinko, 1984). Cette province est localisée dans la zone agro-climatique sud-soudanienne du Burkina Faso (Fontès et Guinko, 1995). La pluviométrie moyenne annuelle est de 880 mm et les températures varient entre 18° à 40°C. Les sols dans ces sites sont de type ferrugineux tropicaux avec une texture sablo-argileux.

2.2 MATÉRIEL DE L'ÉTUDE

Le matériel végétal utilisé dans le cadre de cette recherche se compose du sorgho (Kapelga) à Pentinga et le niébé (KVX61-1) à Kotchari. Elles ont été semées aux écartements de 80 cm × 40cm pour le sorgho et de 40cm × 15cm pour le niébé.

Trois types d'engrais ont été utilisés: le NPKSB (14-23-14-1-5); l'urée (%) et le Burkina Phosphate (BP) ou phosphates naturels. Les phosphates naturels utilisés proviennent du gisement de Kodjari, localisé dans la région Est du Burkina et contiennent en moyenne 25 % de P₂O₅ (dont seulement 0,03 % sont soluble dans l'eau) et 35 % de CaO.

2.3 MÉTHODE

2.3.1 LE DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le dispositif expérimental sur le sorgho est composé de cinq parcelles élémentaires randomisées par producteur. Chaque parcelle correspond à une formule de fumure testée, répétée 10 fois à Pentinga. Chaque répétition est abritée par un producteur. Les traitements étudiés sont (tableau 1): Ts1: fo+Urée; Ts2: NPK+Urée; Ts3: fo+BP+Urée; Ts4: fo+BP+NPK+Urée et Ts5 intercropping (NPK+Urée)

Tableau 1. Traitement sur le sorgho

Site	Traitement	Formules de fumures			
		Fumure organique (t. ha ⁻¹)	NPK (kg. ha ⁻¹)	Urée (kg. ha ⁻¹)	Burkina phosphate (kg. ha ⁻¹)
Pentinga	Ts1	5	0	50	0
	Ts2	0	100	50	0
	Ts3	5	0	50	200
	Ts4	5	100	50	200
	Ts5 (Intercropping sorgho-niébé)	0	100	50	0
		0	50	0	150

Sur le niébé, quatre traitements différents ont été testés (Tn1: BP; Tn2: BP + Urée; Tn3: BP+NPK; Tn4: fo+NPK) sur quatre (04) parcelles élémentaires (tableau 2). Chaque parcelle élémentaire a reçu un traitement qui est répétée dix (10) fois. Les quatre (04) parcelles sont complètement randomisées chez chaque producteur.

Tableau 2. Traitement sur le niébé

Site	Traitement	Formules de fumures			
		Fumure organique (t. ha ⁻¹)	NPK (kg. ha ⁻¹)	Urée (kg. ha ⁻¹)	Burkina phosphate (kg. ha ⁻¹)
Kotchari	Tn1	0	0	0	200
	Tn2	0	0	50	200
	Tn3	0	100	0	200
	Tn4	5	100	0	0

Les dimensions des parcelles sont de: 15 m *15 m soit 225 m² sous culture de sorgho et de 30 m*15 m soit 450 m² sous culture de niébé. Les parcelles sont en général séparées par des allées de 1 m.

2.3.2 PRINCIPE DE L'ÉVALUATION PARTICIPATIVE DES FORMULES DE FUMURES TESTÉES

L'évaluation participative est une des méthodes d'analyse en agronomie qui concilie à la fois les objectifs d'une recherche donnée et la perception paysanne de cette recherche. Elle a utilisé la méthode de la notation matricielle adaptée par Lompo (2004). Elle a consisté à une discussion avec les producteurs sur les formules de fumures qu'il a testé. La méthode de la notation

matricielle est indiquée pour les producteurs individuels et lorsqu'on n'a pas plus de six (6) formules de fumures à évaluer. Il s'agit pour le producteur ou le groupe de producteurs de donner des notes aux différents attributs ou caractéristiques telles que les caractéristiques morphologiques induites par les formules de fumures (montaison, croissance, floraison, rendement grain...). Le rendement grain a été pris en compte dans notre étude. Notons que les attributs ou caractéristiques sont choisis par le ou les producteurs. L'évaluation participative se fait exactement comme dans le système classique d'évaluation scolaire ou académique où le producteur comme l'enseignant, évalue ou note les effets des traitements sur les attributs (ici le rendement grain). En pratique, le producteur donne des notes ou cotations en fonction de l'état physiologique ou morphologique de chaque traitement.

Ces cotations ou notes recueillies ont permis ensuite de calculer la probabilité d'acceptation des formules de fumures par les producteurs expérimentateurs. Ce qui traduit la performance et la préférence portée sur les formules de fumures en test. L'évaluation participative passe par trois étapes pour avoir son caractère tangible et pertinent:

- **Le classement empirique des formules de fumures** selon la préférence des producteurs (1= formule de fumure la plus préférée à 5= formule de fumure la moins préférée). A partir de la liste des cotations recueillies auprès des producteurs expérimentateurs, un tableau de classement empirique des formules de fumures est dressé.
- **La distribution des fréquences d'acceptation des formules de fumures.** A l'issue des résultats du classement empirique, un tableau de fréquence du nombre de fois qu'une formule de fumure est classée dans un rang donné est établi;
- **La distribution des probabilités cumulées d'acceptation des formules de fumures;** du précédent tableau, on calcule à partir de la formule ci-dessous la probabilité d'une formule de fumure d'être classée dans un certain rang et par conséquent la probabilité cumulée d'acceptation d'une fumure donnée. C'est la somme de la probabilité pour ce rang et des probabilités pour tous les rangs. Cette probabilité cumulée traduit la proportion d'acceptation d'une option technologique par les producteurs expérimentateurs.

$$\text{Probabilité} = \text{Fréquence} / \text{Nombre total des observations}$$

DÉMARCHE DE L'ÉVALUATION PARTICIPATIVE ET DE LA MENSURATION DU RENDEMENT GRAIN

La procédure de l'évaluation participative a consisté à une présentation et une discussion des objectifs et attentes de l'évaluation, des observations pratiques dans les parcelles concernées par les formules de fumures expérimentées et à une vérification de l'exactitude des informations recueillies par une restitution de l'évaluation au producteur. Au total vingt (20) producteurs ont été concernés par l'évaluation participative.

L'évaluation parcellaire du nombre d'heure homme a été faite par le producteur lui-même. Cela correspond au temps moyen mis par le producteur pour les différents itinéraires techniques (préparation du sol, semis, apports d'engrais, sarclage, récolte...).

Pour ce qui est du rendement grain au niveau parcellaire, il a été obtenu par pesée directe à l'aide d'un peson.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 RÉSULTATS

3.1.1 PERCEPTIONS DES PRODUCTEURS DES FORMULES DE FUMURES SUR LA CULTURE DU SORGHO

Tableau 3. Rendement agronomique et perception paysanne des options de fumures sur le sorgho

Option de fumures	Rendement grain (Kg/ha)	Résultats de l'évaluation participative		
		Classement empirique (Rang)	Probabilités d'acceptation en ordre 3 (%)	Total M.O.F. (hr)
Ts1 (fo+Urée)	795	1	77	264
Ts2 (NPK+urée)	746	4	63	289
Ts3 (fo+BP+urée)	822	3	69	299
Ts4 (fo+BP+NPK+urée)	811	2	71	318
Ts 5 (NPK+urée)	505	4	63	302

MOF: main d'œuvre familiale; hr: homme heure, fo: fumure organique

Les moyennes arithmétiques sur le sorgho les plus élevées ont été obtenues avec les fumures organo-phosphatées (T3 = fo+BP+urée; Ts4= fo+BP+NPK+urée) et la fumure organo-minérale (fo+Urée) (tableau 3). Lorsqu'on considère le classement empirique des options de formules de fumures, la formule de fumure Ts1 (fo+Urée) a été la plus préférée par les producteurs. Les formules de fumures Ts4 (fo+BP+Urée+NPK) et Ts3 (fo+BP+Urée) ont occupé ensuite, respectivement les rangs 2 et 3. Les combinaisons Ts2 et Ts5 sont ex aequo du rang 4. On a obtenu le classement: Ts1>Ts4>Ts3>Ts2=Ts5.

En ce qui concerne la distribution des probabilités cumulées des options de formules de fumures (figure), le plus fort taux d'acceptation a été obtenu avec la Ts1=fo+Urée (77%) suivi de la Ts4= fo+BP+Urée (71%), en ordre de classement 2. En ordre de classement 2, on obtient: Ts1>Ts4>Ts3>Ts2>Ts5 (figure 1).

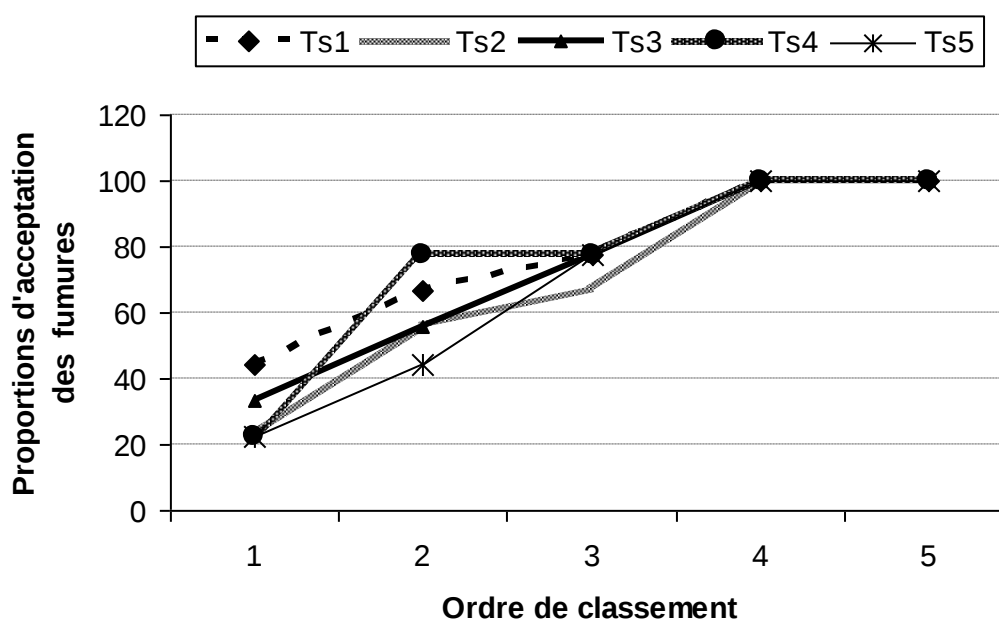


Fig. 1. Probabilités cumulées d'acceptations des options de formules de fumures sur le sorgho

En outre, du point de vue du temps mis pour réaliser les différentes opérations culturales, les parcelles P3, P4 et P5 correspondant aux fumures Ts3, Ts4 et Ts5 ont enregistré les nombres d'heure les plus élevés soit respectivement 299 hr; 302 hr; 318 hr.

3.1.2 PERCEPTIONS DES PRODUCTEURS DES FORMULES DE FUMURES SUR LA CULTURE DU NIÉBÉ

Tableau 4. Rendement agronomique et perception paysanne des options de fumures sur le niébé

Option de fumures	Rendement grain (Kg/ha)	Résultats de l'évaluation participative		
		Classement empirique (Rang)	Probabilités d'acceptation en ordre 3 (%)	Total M.O.F. (hr)
Tn1 (BP)	777	3	67	257
Tn2 (BP+urée)	815	2	79	304
Tn3 (BP+NPK)	855	1	88	297
Tn4 (fo+NPK)	837	4	59	319

Le classement empirique sur le niébé est fait par les paysans en faveur de la Tn3. Par ordre croissant de préférence: Tn4<Tn1<Tn2<Tn3 (tableau 4).

En ordre de classement 2 les fumures Tn1, Tn2 et Tn3 sont potentiellement adoptées par les producteurs avec chacune une probabilité estimée respectivement à 67%; 83% et 88% (figure 2).

Le classement agronomique (rendement) quant à lui tranche avec celui de l'évaluation participative, Les moyennes arithmétiques par ordre croissant: $Tn1 < Tn2 < Tn4 < Tn3$ ont été obtenu.

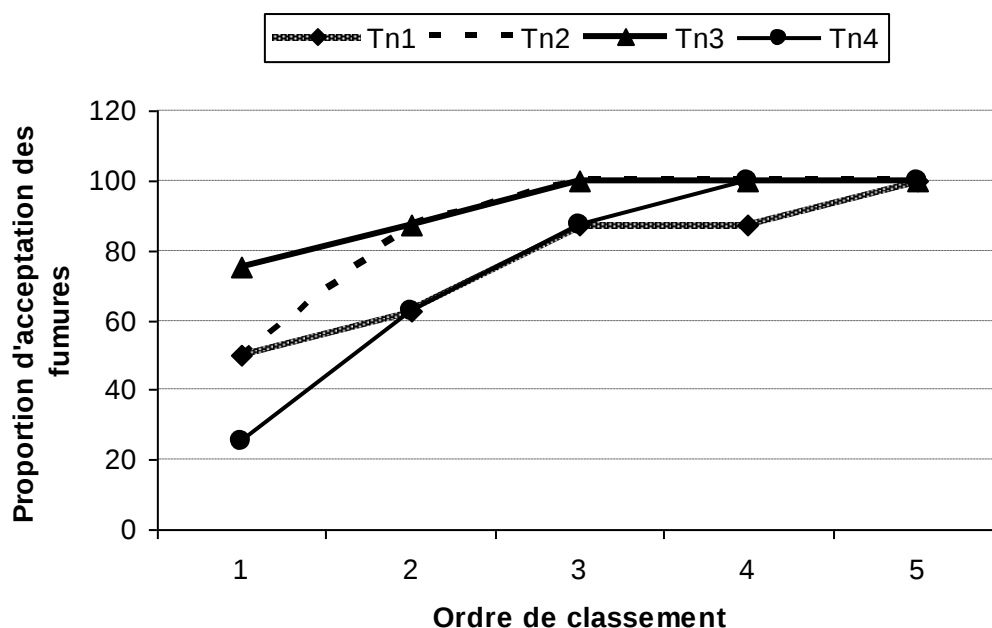


Fig. 2. Probabilités cumulées d'acceptations des options de formules de fumures sur le niébé

3.2 DISCUSSION

Nos résultats montrent que les formules de fumures n'ont pas un effet statistiquement significatif sur le rendement grain des deux cultures. Ces résultats s'expliquent par l'irrégularité des précipitations observée au cours de la campagne agricole et par l'arrêt brutal des pluies pendant la phase d'épiaison du sorgho et du niébé. Ce qui a entraîné l'échaudage des grains. En effet l'échaudage en fin de cycle peut survenir lorsque les pluies sont insuffisantes (Semcheddine, 2015; Likoko *et al.*, 2018; Issoufou *et al.*, 2019). Pieri (1984), Sharma and Thind (2016) et Likoko *et al.*, (2019a) ajoutent que même si la fertilisation permet de tamponner les effets climatiques tels que le stress hydrique et les températures élevées, il existe des effets pervers des engrais en cas d'alimentation hydrique insuffisante des cultures. Cela compromettrait le développement normal de la culture et donc le rendement des cultures.

Sur le sorgho, les résultats d'évaluation participative par les producteurs montrent une plus grande préférence des formules de fumures Ts1 (fo+Urée), Ts3 (fo+BP+Urée) et Ts4 (fo+BP+Urée+NPK). En ordre de classement 2 déjà, elles ont une probabilité moyenne d'acceptation de 72 %. Ces résultats confirment ceux des tests agronomiques, ce qui traduit en même temps les réponses de la culture aux différentes formules de fumures testées. En effet la formule de fumure organo-phosphatée Ts4 (fo+BP+Urée+NPK) procurant le rendement moyen le plus élevé, serait la plus performante. Cela serait dû à la synergie d'action de l'association (fumier+BP) avec les engrais minéraux (NPK, Urée). Ces résultats rejoignent ceux de Lompo *et al.*, (2009) et Bambara *et al.*, (2019) qui ont constaté une action complémentaire des formules de fumure à base de fumier et de phosphate naturel avec les engrais minéraux. La fumure organo-minérale Ts1 (fo+urée) est plus efficace que la fumure organo-minérale associant le BP (Ts3). Cela s'expliquerait probablement par la faible solubilité du BP qui pose le problème de sa disponibilité; (Kiba *et al.*, 2012; Morel *et al.*, 2017).

En première année d'expérimentation on a obtenu un effet direct de la fumure organo-minérale qui a induit une production plus élevée par rapport à la fumure minérale. Par sa minéralisation, la matière organique contribue à la nutrition des cultures par l'apport aussi bien des éléments majeurs (N, P et K) que des oligo-éléments. Elle piègerait les éléments minéraux très solubles sous forme de réserve, réduisant ainsi leur perte par lixiviation ou par ruissellement. La fumure organo-minérale permet un transfert véritable de la fertilité des sols (Jiang *et al.*, 2016; Ball *et al.*, 2017; Komé *et al.*, 2018), permet d'atténuer les phénomènes de dégradation du sol et améliorer l'efficacité des engrais minéraux (Kohio *et al.*, 2017; Krasilnikov *et al.*, 2016), et permet d'obtenir des rendements élevés plus ou moins stables (Gourfi *et al.*, 2018).

La rationalité du producteur est vraisemblablement corrélée à la réalisation de l'optimum économique que de la qualité des fertilisants à améliorer la productivité des sols. En termes clairs pour ainsi parodier Akpo *et al.*, (2016) et Aimé *et al.*, (2020), les producteurs n'adoptent une formule de fumure parce qu'elle améliore la fertilité de ses sols mais plutôt parce qu'elle est économiquement rentable. Ce qui justifie le choix de la fumure organo-minérale (fo+Urée) qui a un potentiel d'adoption élevé (77%) par rapport aux fumures organo-phosphatées (fo+BP+Urée; fo+BP+Urée+NPK). Une autre explication de cette préférence s'explique par la complexité des traitements Ts3 et Ts4 qui exigent en intrants et en main d'œuvre (299 et 318 hr⁻¹ / Ts1= 264 hr⁻¹). Le producteur adopte une technique qui absorbe moins en temps et en argent. Delville (1996) et Kuria *et al.*, (2019) sont arrivés aux mêmes conclusions en mettant l'accent sur l'itinéraire technique qui peut amener à l'acceptation ou au refus d'une formule de fumure.

En ce qui concerne le système de culture, le choix des producteurs est porté sur la culture pure (comparaison de Ts2 et Ts5). On pourrait expliquer ce résultat par le fait que les producteurs n'ont pas une bonne maîtrise de l'intercropping ou que ce système de culture ne fait pas partie intégrante de leurs habitudes ou façons culturales. Cela se traduit agronomiquement par la compétition intra-cultures qui limite le potentiel de production des cultures. En effet deux cultures d'espèce différente expriment des besoins divers pour la lumière, les éléments nutritifs et l'eau, etc. La culture pure réduit vraisemblablement les compétitions inter-cultures.

A ce niveau aussi, le choix des formules de fumures par les producteurs est guidé par le rendement de la culture.

On a obtenu sur le niébé ce classement: Tn3 (BP+NPK) > Tn2 (BP+Urée) > Tn1 (BP) > Tn4 (fo+NPK). Cette classification tranche avec celle obtenue sur les tests agronomiques qui ne notent aucune différence significative entre les formules de fumures pour le critère rendement grain (les moyennes numériques de la production sont par contre différentes). Pour l'agriculteur, le principal instrument de mesure de la qualité des sols demeure les rendements. Ce facteur demeure le principal outil de diagnostic de la performance d'une formule de fumure donnée (Delville, 1996; Kuria *et al.*, 2019). Volume de production physique à l'unité de surface, le rendement est le résultat visible pour le producteur, l'unité de production mise en place (Kuria *et al.*, 2019). Le temps imparti à l'épandage des engrais explique aussi la différence du classement entre celui issu de la méthode d'évaluation participative et celui obtenu avec les tests agronomiques (Tn1= 257 hr⁻¹; Tn2=304 hr⁻¹; Tn3=297 hr⁻¹; Tn4=319 hr⁻¹). En effet les producteurs adoptent les formules de fumures qui demandent moins de temps pour leur épandage. Une autre explication imputable à cette divergence de classement est la disponibilité des intrants surtout le fumier ou le compost. Des précédentes investigations réalisées par Pouya (2008) sur ce site il en ressort en effet une faible pratique de la fertilisation organique.

La combinaison (BP+NPK) semble efficace sur la solubilisation des phosphates naturels. Lompo *et al.*, (2009) expliquent cela par une action synergique entre l'association (BP+engrais) favorisée par les conditions climatiques (humidité) et édaphiques (Bationo *et al.*, 2006; Ibrahima *et al.*, 2017) et par la nature de la culture (Bado, 2002). La performance de la combinaison BP+NPK s'explique aussi par la contribution du NPK en ses éléments disponibles et solubles N, P et K qui joueraient chacun un rôle spécifique dans la solubilisation des phosphates naturels.

Ces résultats de l'évaluation participative sont en conformité avec les résultats des tests agronomiques. Trois facteurs guident de façon latente le choix voire l'acceptation d'une formule de fumure par les producteurs:

- L'itinéraire technique (le plus rentable, la formule de fumure qui offre la meilleure productivité à ces facteurs);
- Le coût à l'investissement pour les formules de fumures;
- La production potentielle de la formule de fumure

Le dernier facteur semble selon Delville (1996), la logique paysanne d'adoption d'une formule de fumure donnée.

4 CONCLUSION

L'évaluation participative s'impose comme un nouvel outil d'analyse agronomique performant. Elle présente l'avantage d'être diagnostique, participative et surtout, conciliatrice des objectifs de la recherche avec la perception des producteurs vis-à-vis de nouvelles technologies en expérimentation.

La rationalité du producteur à l'acceptation d'une (ou plusieurs) formule de fumure (s) à travers la méthode de la notation matricielle, est plus corrélée par le poids culturel intrinsèque de la spéculation dans le terroir; la rentabilité économique (rendement) et enfin la productivité de la main d'œuvre familiale. De ces critères de choix, la formule de fumure organo-minérale (fo + urée), la culture pure du sorgho (NPK + urée) et surtout les formules de fumures organo-phosphatées

(fo+BP+Urée; fo+BP+Urée+NPK) sur le sorgho et les combinaisons à base de phosphates naturels (BP+urée; BP+NPK) sur le niébé ont été retenues comme meilleures formules de fumures par les producteurs.

Il est aussi ressorti que l'urée et surtout le NPK joue un rôle important dans l'efficacité agronomique des phosphates naturels (solubilité). Des actions de vulgarisation effective du compostage, avec l'usage du phosphate naturel sont à renforcer pour améliorer la qualité du compost. Cela présente les avantages: (i) de résoudre la difficulté d'épandage des phosphates naturels; et (ii) d'améliorer la solubilité des phosphates naturels et par conséquent la qualité du compost.

REFERENCES

- [1] B. BACYE, H. S. KAMBIRE et A. S. SOME, Effets des pratiques paysannes de fertilisation sur les caractéristiques chimiques d'un sol ferrugineux tropical lessivé en zone cotonnière à l'Ouest du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13 (6): 2930-2941, October 2019 ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print). DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i6.39>.
- [2] L. B. Tinguéri, V.M.C. Bougouma-Yameogo, M. Blanchard, Évaluation de la durabilité des pratiques hors-normes de gestion de la fumure organique dans l'Ouest du Burkina Faso. In: *Les zones cotonnières africaines: Dynamiques et durabilité. Acte du colloque de Bamako, 2019.* Soumaré Mamy (ed.), Havard Michel (ed.). CIRAD, IER, USSGB. Bamako: Edis, Résumé, 365-379. ISBN 978-99952-56-98-2 Colloque international sur les dynamiques et durabilité des zones cotonnières africaines, Bamako, Mali, 21 Novembre 2017/24 Novembre 2017.
- [3] A. Traoré, L. P. Yaméogo, I. A. N. DA, K. Traoré, P. Bazongo et O. Traoré, Effet de la formule unique d'engrais 23-10-05 +3,6S+2,6Mg+0,3Zn sur le rendement du maïs Barka dans la zone Sud-soudanienne du Burkina Faso. *Afrique SCIENCE* 16 (1) (2020) 260-270, 2020. ISSN 1813-548X, 2020. <http://www.afriquescience.net>.
- [4] V. Simonneaux, A. Cheggour, C. Deschamps, F. Mouillot, Cerdan, Y. Le Bissonnais, Land use and climate change effects on soil erosion in a semi-arid mountainous watershed (High Atlas, Morocco). *Journal of Arid Environments*, 122: 64-75, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2015.06.002>.
- [5] A. Gourfi, L. Daoudi, Z. Shi, The assessment of soil erosion risk, sediment yield and their controlling factors on a large scale: Example of Morocco. *Journal of African Earth Sciences*, Volume 147, November 2018, Pages 281-299. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2018.06.028>.
- [6] M. B. Pouya, M. O. Savadogo, J. Ouédraogo, I. Sermé, G. Vognan, D. Dakuo, M. P. Sedogo and F. Lompo, Déterminants socio-économiques de la dégradation des sols et de l'adoption des technologies de gestion de la fertilité des sols selon les perceptions paysannes dans les zones cotonnières du Burkina Faso. *Asian Journal of Science and Technology*, Vol. 11, Issue, 06, June, 2020. pp.11003-11011.
- [7] D. I. KIBA, N. Armel, E. Compaore, P. M. Sedogo, and E. Frossard, "The diversity of fertilization practices affects soil and crop quality in urban vegetable sites of Burkina Faso," *Eur. J. Agron.*, no. 38, 2012. pp. 12–21.
- [8] M. B. POUYA, Investigation en milieu paysan et capitalisation des résultats de référentiels de longues durées sur les modes de gestion de la fertilité des sols dans les agro-systèmes cotonniers du Centre et de l'Ouest du Burkina- Faso. Thèse de Doctorat Unique (PhD) de l'Université Polytechnique de Bobo (UPB), Option: Systèmes de production Végétale/ Spécialité: Sciences du Sol, 2014. 191 p.
- [9] R. Kissou, Z. Gnankambary, H. B. Nacro, M. P. Sedogo, Classification locale et utilisation des sols en zone sahélienne au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, Vol. 12, N° 1, 2018. pp. 610-617.
- [10] R. A. Ouédraogo, F. C. Kambiré, M. P. Kestemont, C. L. Biielders, Caractériser la diversité des exploitations maraîchères de la région de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso pour faciliter leur transition agroécologique. *Cah. Agric.* 28: 20.9, 2019. <https://doi.org/10.1051/cagri/2019021>.
- [11] B. van Wesemael, C. Chartin, M. Wiesmeier, M. Lützow, E. Hobley, M. Carnol, I. Krüger, M. Campion, C. Roisin, S. Hennart,, I. Kögel-Knabner., An indicator for organic matter dynamics in temperate agricultural soils. *Agriculture, Ecosystems & Environment* Volume 274, 15 March 2019, Pages 62-75, 2019.. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.01.005>.
- [12] Baptista I., Stratégies pour la gestion durable des sols au Cabo Verde: défis liés à l'environnement et aux moyens de subsistance. In *La gestion durable des sols: clé pour la sécurité alimentaire et la nutrition en Afrique.* FAO: Nature & Faune Volume 30, Numéro 1 pp 27-30, 2016. <http://www.fao.org/africa/resources/nature-faune/fr/>.
- [13] A. K. Saïdou et A. Ichaou, Gestion durable des sols au Niger: Contraintes, défis, opportunités et priorités. In *La gestion durable des sols: clé pour la sécurité alimentaire et la nutrition en Afrique.* FAO: Nature & Faune Volume 30, Numéro 1 pp 31-34, 2016. <http://www.fao.org/africa/resources/nature-faune/fr/>.
- [14] D.T. Kuela, Monographie de la province de la Tapoa. Population et développement. CONAPO et PPLS/DREED-Est et CPAT/TAO, 2000.
- [15] DRED/MED, Monographie de la province de la Tapoa. Population et Développement. Projet BKF05/02/03, 2004.
- [16] S. Guinko, Végétation de Haute-Volta. Thèse de Doctorat d'Etat, Univ. Bordeaux III, Bordeaux, France, 1984. 394 p.

- [17] J. Fontès, S. Guinko, Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. Institut de la Carte International de la Végétation. Université Toulouse France; Institut du Développement Rural, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 1995. 66 pp.
- [18] F. Lompo, Guide pour la conduite des évaluations participatives des technologies. INERA, Département GRN/SP, 2004.32 p.
- [19] N. Semcheddine, Evaluation de la tolérance à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) par l'étude du bilan hydrique et des paramètres phéno morpho-physiologiques. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Département des Sciences Agronomiques, Faculté SNV, UFA Sétif 1, 2015..
- [20] B. A. Likoko, K. Murefu, A. G. Likoko et N. B. Posho, Effets des biomasses de légumineuses ligneuses sur la croissance et le rendement du maïs en couloir sur un ferralsol de Yangambi, RD Congo. *Journal of Applied Biosciences*, Vol. 131, 2018. pp 13382-13391. 17.
- [21] O. H. Issoufou, S. Boubacar, T. Adam, B. Yamba, Déterminants de l'adoption et impact des variétés améliorées sur la productivité du mil au Niger. *African Crop Science Journal*, Vol. 25, No. 2, pp. 207 – 220, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/acsj.v25i2.6>.
- [22] C. Pieri, Conduite de la fertilisation des cultures vivrières en zone semi-arides. In: La sécheresse en zone intertropicale, pour une lutte intégrée. Actes du Colloque "Résistance à la sécheresse en milieu intertropical: quelles recherches pour le moyen terme ?", 1984. pp.363-381.
- [23] M. Sharma and S. K. Thind, Effect of water deficit on accumulation of proteins in wheat seedlings correlates with grain filling. *Indian Journal of Agricultural Research*, 50 (6): 635-638, 2016.
- [24] B. A. Likoko, N. Mbifo, L. Besango, T. Totiwe, D.H. Badjoko, et al., Climate Change for Yangambi Forest Region, DR Congo. *J Aqua Sci Oceanography* 1: 203, 2019a.
- [25] F. LOMPO, Z. SEGDA, Z. GNANKAMBARY, N. OUANDAOGO, Influence des phosphates naturels sur la qualité et la biodégradation d'un compost de pailles de maïs. *Tropicultura*, 27 (2) 105 -109, 2009.
- [26] D. Bambara, J. Sawadogo, A. Bilgo, E. Hien, D. Massé, Monitoring of Composting Temperature and Assessment of Heavy Metals Content of Ouagadougou's Urban Waste Composts. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences* June 2019, Vol. 8, No. 1,2019. pp. 72-81 ISSN: 2334-2404 (Print), 2334-2412 (Online) Copyright © The Author (s). All Rights Reserved. Published by American Research Institute for Policy Development,2019. DOI: 10.15640/jaes.v8n1a8 URL: <https://doi.org/10.15640/jaes.v8n1a8>,2019.
- [27] C. Morel, S. Houot, D. Montenach, A. Michaud, F. Hammel, V. Mercier, P. Denoroy, Dynamique à long terme du phosphore dans deux essais au champ du réseau SOERE-PRO SOERE-PRO. Observatoire de recherche en environnement pour l'étude du recyclage agricole de Produits Résiduels Organiques. 13èmes RENCONTRES COMIFER-GEMAS, 8 et 9 novembre 2017, Nantes, (2017) 12 p.
- [28] C. Jiang, X. Ren, H. Wang, D. Lu, C. Zu and S. Wang, Optimal Nitrogen Application Rates of OneTime Root Zone Fertilization and the Effect of Reducing Nitrogen Application on Summer Maize Sustainability, 11 (2019) 2979 [20],2019.
- [29] B. C. Ball, R. M. Guimarães, Cloy J. M., Hargreaves P. R., Shepherd T. G., McKenzie B. M., Visual soil evaluation: a Abstract of some applications and potential developments for agriculture. *Soil and Tillage Research*, Vol. 173, pp. 114- 124,2017.
- [30] G. K. Kome, R. K. Enang, B. P. K. Yerima, Knowledge and management of soil fertility by farmers in western Cameroon. *Geoderma regional*, Vol. 13, 2018. pp. 43-51.
- [31] E. N. Kohio, A. G. Toure, M. P. Sedogo, K. J.M. Ambouta, Contraintes à l'adoption des bonnes pratiques de Gestion Durable des Terres dans les zones soudaniennes et soudano-sahéliennes du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 11 (6): 2982-2989, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i6.34>.
- [32] P. Krasilnikov, O. Makarov, I. Alyabina, F. Nachtergaele, Assessing soil degradation in northern Eurasia. *Geoderma regional*, Vol. 7, N° 1, 2016.pp. 1-10.
- [33] M. Akpo, A. Saïdou, I. Yabi, I. Balogoun, B. Bio Bigou, Indicateurs paysans d'appréciation de la qualité des sols dans le bassin de l'Okpara au Bénin. *Etude et Gestion des Sols*, Vol.23, 2016. pp. 53-65.
- [34] A. B. Heri-Kazi & C. L. Biélders, Dégradation des terres cultivées au Sud-Kivu, R.D. Congo: perceptions paysannes et caractéristiques des exploitations agricoles, BASE [En ligne], Volume 24 (2020), Numéro 2, 99-116, 2020. URL: <https://popups.uliege.be/443/1780-4507/index.php?id=18544>.
- [35] P. L. Delville, Gérer la fertilité des terres dans les pays du sahel. Diagnostics et conseils aux paysans. CTA-GRET. Collection << le point sur >>, 1996. 397p.
- [36] A. W. Kuria, E. Barrios, T. Pagella, C. W. Muthuri, A. Mukuralinda, F. L. Sinclair, Farmers' knowledge of soil quality indicators along a land degradation gradient in Rwanda. *Geoderma regional*, Vol. 16,, 2019.pp. 1-16.

- [37] M. B. POUYA, Performances agro-pédologiques de formules de fumures organo-phosphatées dans la zone Est du Burkina Faso: Cas de trois villages de la province de la Tapoa (Kotchari, Pentinga et Fantou).Ingéniorat, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 2008. 90p.
- [38] A. Bationo, A. Hartemink, O. Lungu, M. Naimi, P. Okoth, E. Smaling, L.Thiobiano, African soils: Their productivity and profitability of fertilizer use. Background paper prepared for the African fertilizer summit; Abuja, Nigeria, June, 9-13, 2006; 20p.
- [39] A. Ibrahima, P. Souhore, B. Hassana, H. Babba, Farmers' perceptions, indicators and soil fertility management strategies in the sudano-guinea savannahs of Adamawa, Cameroon. International Journal of Development and Sustainability. Vol. 12, N° 6, 2017. pp. 2035-2057.
- [40] B. V. Bado, Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne au Burkina- Faso. Thèse de doctorat de troisième cycle, université Laval Québec, 2002. 148p.

Evaluation de l'effet insecticide des formulations a base des graines de *Moringa Oleifera* sur *Acanthoscelides Obtectus*

[Insecticidal activity of formulations based on *Moringa Oleifera* seeds on *Acanthoscelides Obtectus* (Coléoptera: Bruchidae)]

Kone Nsangou Abdou Nourou¹, Heu Alain², Mboussi Serge Bertrand³, Manga Essouma François^{2,4}, Mvondo Nganti Dorothée², Ndogho Pegalépo Angèle², Ambela Mikeng Jean William², Ndongo Bekolo², and Ambang Zachée^{2,5}

¹University of Dschang, Cameroon

²University of Yaounde I, Cameroon

³University of Douala, Cameroon

⁴Institut of Agricultural Research for Development, Cameroon

⁵University of Yaounde II, Cameroon

Copyright © 2021 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: Stored seeds of *Phaseolus vulgaris* L. in are the target of several insects like *Acanthoscelides obtectus* Say. These pests can cause losses greater than 80 % after six to seven months of storage. The present study aimed to evaluate the insecticidal effects of *Moringa oleifera* seeds on adults of *A. obtectus* in storage through two compositions (ie powdery and oily). Four concentrations of oils (3.33; 6.66; 9.99 and 13.33 µl/g), four powder concentrations (4; 16.67; 33.33 and 50 %) and one negative control (CO = 0 µL / mL) for each composition were used. The experiment was conducted in the laboratory, with four repetitions. The results of the oil contact toxicity test revealed 100 % mortality at doses of 300 and 400 µL after two days of exposure. As for *Moringa* powder, the insecticidal effect was less pronounced for all doses with a mortality rate of 55 % at day 5 for doses 10 and 15 g. The inhibition of eggs laid and their viability is a function of the concentration of *Moringa* oil. On the other hand, the powder had no effect on the number of eggs laid and rather stimulated the viability of the eggs. *Moringa* oil prevents weight loss of stored bean seeds with a null loss percentage at doses of 300 and 400 µL. As for the powder, it had no effect on the weight loss of bean seeds in storage. The powder and oil of *Moringa* seeds did not affect the germination capacity of the seeds for all the doses tested. *Moringa* seed oil can therefore be exploited in the integrated control of the pest of common bean seeds in storage.

KEYWORDS: *Acanthoscelides obtectus*, *Moringa oleifera*, *Phaseolus vulgaris*, oils, powder, insecticidal effect.

1 INTRODUCTION

Developing countries account for almost 90 % of human consumption of pulses mainly in the form of dry legumes. Indeed, legume seeds contain two to three times more protein than cereals and including all amino acids (except sulfur amino acids) essential for human nutrition, which can offset the lack of animal protein [1]. Among legumes, the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is prominently represented, whose dry seeds, cultivated and consumed all over the world, constitute a major source of protein [2]. *P. vulgaris* plays an important role in the household economy and in the food security of populations [3]; moreover, production costs are lower than those of cereals.

The bean crop is the second most cultivated legume after groundnuts in Cameroon and occupies about 296,371 hectares with an estimated production of 366,463 tons per year [4]. Beans are consumed in Cameroon-major cities and exported to neighboring countries such as Gabon and Central African Republic.

However, in addition to yield losses in the field, beans suffer considerable losses during storage, due to the lack of control over storage conditions. The main pests of stocks are weevils. Of these, *Acanthoscelides obtectus* is proven to be the weevil that causes the highest damage to common bean seeds in storage. During its development, it deteriorates the nutritional value of bean grains, affects its germination capacity, its organoleptic character, and consequently its economic value.

To cope with these problems and to remedy post-harvest losses, many producers resort to the use of synthetic pesticides, despite the risks of toxicity posed by some of them [5], particularly on humans and the environment. In addition, some pests have developed significant resistance to these products [6].

Due to the consequences of chemical pesticides, the development of safe alternative control strategies that are affordable and respectful of humans and the environment becomes necessary. Many studies have shown the effectiveness of plants in the conservation of stored seeds against insects. This is the case of leaves of *Thymus vulgaris* L. on *A. obtectus* [7], leaves of *Moringa oleifera* Lam, seeds of *Senna tora* and seeds of *Piper nigrum* on *C. maculatus* [8], [9], [10] the roots of *Mondia whitei* on *A. obtectus* [11]. It is in this context that the present study was conceived with main aim to evaluate the effect of the oil and powder of moringa seeds on bean weevils in beans under storage conditions.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 MATERIALS

2.1.1 STUDY SITE

The present study was conducted in the Plant Biotechnology Laboratory, Phytopathology and Plant Protection Research Unit of the Department of Plant Biology, Faculty of Sciences, University of Yaoundé I.

2.1.2 PLANT MATERIAL

Three varieties of beans were used in this study: white kidney, small black dwarf grain, and LPG 190 C. For breeding weevils *Moringa* seeds were used for different toxicity tests.

2.1.3 ANIMAL MATERIAL

The experiment is carried out on the adults of *Acanthoscelides obtectus*, this choice of animal material is justified by the importance of the damage of this pest which infests seeds of *P. vulgaris* stored. *A. obtectus* is maintained by mass rearing on bean seeds in ambient conditions.

2.2 METHODS

2.2.1 REARING OF WEEVILS

Mass rearing of *Acanthoscelides obtectus* was done with *A. obtectus* individuals collected from infested seeds at a local provision store. About 500 adult weevils were introduced into a bag containing healthy bean seeds. The bag was closed with elastic fasteners and kept in ambient conditions for twenty days (time required for perfect oviposition). Subsequently, the culture medium was sieved through a sieve with a mesh size of 4 mm in order to rid it of all living and dead insects and kept under the same conditions for ten days to allow for the emergence of a new generation of adult insects.

2.2.2 OBTENTION OF MORINGA POWDER AND OIL

To obtain moringa powder, dry moringa seeds were rid of their shells and crushed using a manual mill shortly before the various tests. For the oily composition, 368 g of moringa seed powder was weighed and loaded into cartridges and mounted on soxhlet. One and a half liter (1.5 L) of acetone was added for 72 hours. The product obtained was then mounted on a rotary evaporator under pressure at the solvent evaporation temperature (acetone) in order to eliminate the solvent. The oil obtained

was weigh and put in a bottle and stored in the refrigerator for the various tests. The extraction yield was calculated using the formula of [12].

$$Yield (\%) = \frac{\text{mass of oil (g)}}{\text{mass of plant material (g)}} \times 100$$

2.2.3 REPULSION TEST OF MORINGA OLEIFERA SEEDS OIL ON A. OBTECTUS

The repulsion test was used to calculate the percentage repulsion of *M. oleifera* seed oil on bean weevil with the preferential zone method described by [13]. In fact, the 9 cm diameter filter paper discs (Whatman number 1) were divided into two equal parts of 31.8 cm² of surface. Four concentrations were prepared according to a geometric progression of reason of 2 by dilution in 0.5 ml of acetone of the following volumes of Moringa seed oil: 100, 200, 300, and 400 µl. The solutions obtained were homogenized by manual stirring and uniformly spread over one half of the disc using an insulin syringe. The other half, treated only with 0.5 ml of acetone, served as a control. Ten minutes later, the filter paper discs were reconstituted by connecting the treated halves and the control halves with clear adhesive tape and placed in petri dishes. Fifteen adult weevils, three days old, were placed at the center of each filter paper and the petri dishes were covered. Four repetitions were performed for each of the oil concentrations. Counting of the weevils on each half-disc was performed after 2 and 4 hours of treatment under laboratory conditions. The repulsion percentage was then calculated according to the formula used by [14] as follows:

$$RP (\%) = \{(Nac - N0) / (Nac + N0)\} \times 100$$

RP: repulsion percentage

Nac: number of hairs present on the half-disk treated with acetone

N0: number of weevils present on the half-disk treated with the oil dose

The average repulsion percentage was calculated and assigned to the different repulsion classes according to the classification of [15] represented by the following table:

Table 1. Repulsion classes based on the classification [13]

Repulsion class	Repulsion interval (%)	Properties
Class 0	PR < 0.1	Not repulsive
Class I	0.1 – 20	Very weakly repulsive
Class II	20.1 – 40	Weakly repulsive
Class III	40.1 – 60	Moderately repulsive
Class IV	60.1 – 80	Repulsive
Class V	80.1 – 100	Highly repulsive

2.2.4 INHALATION TOXICITY TEST OF MORINGA OLEIFERA SEEDS OIL ON A. OBTECTUS

The inhalation effect of *M. oleifera* seed oil was investigated in adults of *A. obtectus*, adopting the method described [15]. In glass jars (500 ml capacity) cotton masses were fixed with a thread at the center of the watertight lids. Doses of *Moringa* oil: 100, 200, 300 and 400 µL, corresponding to the concentrations calculated for 200, 400, 600 and 800 µl/L of volume of air, were injected in the cotton mass. At the same time, a control that did not receive oil (0 µl/L of air volume) was put in place. Fifteen adult weevils aged five days or less were quickly put inside the jars and immediately closed hermetically. Four repetitions were performed for each dose and for the control. The count of dead insects in each jar was done after 24 h, 48 h, 72 h, and 96 h while always keeping the jars close.

2.2.5 CONTACT TOXICITY TEST ON PHASEOLUS VULGARIS SEEDS OF OIL AND MORINGA POWDER ON ACANTHOSCELIDES OBTECTUS

To 30 g of common bean seeds (white kidney cultivar) contained in transparent polystyrene jars were added different doses of oil (100, 200, 300 and 400 µl) and powder (1, 5, 10 and 15 g) of *M. oleifera* seeds, and the whole mixture was shaken to assure proper mixing. The respective concentrations of 3.33, 6.66, 9.99 and 13.33 µl/g for the oil and 4, 16.67, 33.33 and 50 %

of the seed weight for the powder were obtained according to a geometric progression of reason of 2. Then, 15 adult insects were introduced into each jar and the latter was covered with porous tissues held with elastic fasteners. The control boxes, prepared under the same conditions, were treated only with acetone (1 ml) in the case of the oil and untreated in the case of the powder. Four repetitions were carried out for the tests and for the control (powder and oil) and the jars were kept in the laboratory.

Dead insects were counted every 24 hours for a period of 5 days. The mortality rate was evaluated using the following formula:

$$MR (\%) = ((NDW/NIW) \times 100)$$

Where: MR (%): Mortality rate;
NDW: Number of dead weevils;
NIW: Number of introduced weevils.

All eggs laid on the seeds and in each jar were recorded using a binocular loupe after 14 days of treatment. Adults which began to emerge from day 28 to day 45 were counted regularly and removed from the jars. The seed viability rate was calculated according to the formula of [7].

$$Viability\ Rate = (number\ of\ emerged\ adults/number\ of\ eggs\ laid) \times 100$$

At the end of the emergence of adults of the first generation, the loss in weight of grains after undergoing the different treatments (powder and moringa oil) was evaluated according to the formula used by [7].

$$Weight\ loss\ (\%) = \{ (initial\ weight) - (final\ weight) \} \times 100$$

At the end of the experiment, 50 seeds of each batch tested (powder and oil), taken at random, were nursed in petri dishes containing cotton soaked in water. A control batch for each composition (oil and powder) was tested, two to three days after the experiment, the germinated seeds were counted and the germination rate was calculated using the following formula:

$$Germination\ rate = (number\ of\ seeds\ germinated/total\ number\ of\ seeds) \times 100$$

3 DATA ANALYSIS

Data obtained were submitted to Fisher-Snedecor (ANOVA) test at $p = 5\%$ one-factor threshold using the X-LStat (version 6.0 software). An additional test of Newmann and keuls at the 5% threshold was carried out in order to determine the homogeneous groups. Graphs and tables were drawn using the Microsoft Excel Spreadsheet 2016.

4 RESULTS

4.1 YIELD OF OIL EXTRACT

The methods described above made it possible to obtain a yellowish powder with a relatively homogeneous and fine grain size and 1.5 ml of yellow oil for an extraction yield of 26.25 %.

4.2 MORINGA OLEIFERA SEED OIL REPULSION TEST ON A. OBTECTUS

The filter paper repulsion test of moringa oil on *A. obtectus* adults after two and four hours of exposure showed that *M. oleifera* seed oil had no repellent effect on *A. obtectus*. This oil belongs to the repulsion class 0 according to the classification of [13] because its repulsion interval is less than 0.1 %.

4.3 INHALATION TOXICITY TEST OF MORINGA OLEIFERA SEEDS OIL ON A. OBTECTUS

By inhalation of moringa oil vapors, no deaths were recorded on all batches tested and for all doses after 96 hours of exposure. Thus, *Moringa oleifera* seed oil was not active by inhalation (fumigation) on the mortality of *A. obtectus* adults for the tested concentrations.

4.4 CONTACT TOXICITY TEST ON PHASEOLUS VULGARIS SEEDS OF OIL AND MORINGA POWDER ON ACANTHOSCELIDES OBTECTUS

The percentage of crude mortality of *A. obtectus* adults subjected to different doses of *M. oleifera* oil by seed contact varies with the days and the dose applied. There was a significant difference between the different doses of oil tested and the control according to the Newmann and Keul test at 5 % threshold. A 100 % mortality rate at the second day of exposure was observed for doses 3 and 4 (which doses), whereas the control only recorded a mortality rate of 41.667 % after five days of exposure. In the case of batches treated with moringa powder, the mortality rate increased with an increase in the different doses and the exposure time. There was a significant difference between the control and the various powder treatments at the threshold of 5 %. On day 5, the mortality rates were 75 % for dose 1 and 2, 80% for doses 3 and 4, and 55 % for the control, respectively (fig 5)

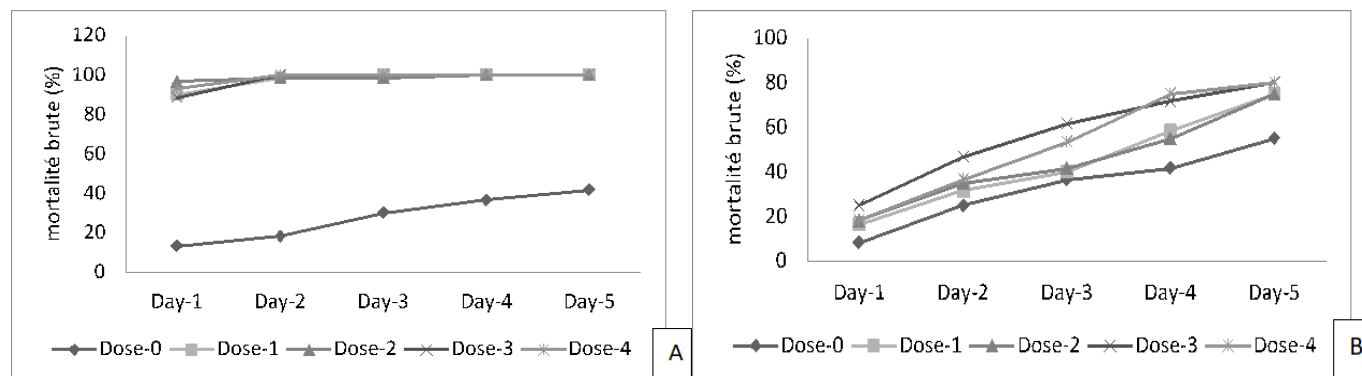


Fig. 1. Curve of variation of the mortality rate of the weevils for each dose of oil (A) (Dose 0 = Control, Dose = 100 μ l, Dose 2 = 200 μ l, Dose 3 = 300 μ l, Dose 4 = 400 μ l) and powder (B) (Dose 0: control, Dose 1: 1 g, Dose 2: 5 g, Dose 3: 10 g Dose 4: 15g) in function of conservation time

4.5 NUMBER OF EGGS LAID

The number of eggs decreased with increase in the dose of moringa oil. No eggs were observed for doses 3 and 4. Doses 3 and 4 recorded 57.75 ± 15.49 and 21.75 ± 15.49 eggs laid, respectively and the control, 229.75 ± 29.35 . The powder of moringa seeds affected the oviposition of *A. obtectus*. Egg numbers of 118 ± 22.23 , 118 ± 22.23 , 94.25 ± 22.23 , 88.75 ± 22.23 and 155.5 ± 22.23 were observed for doses 1, 2, 3, 4 of powder and the control.

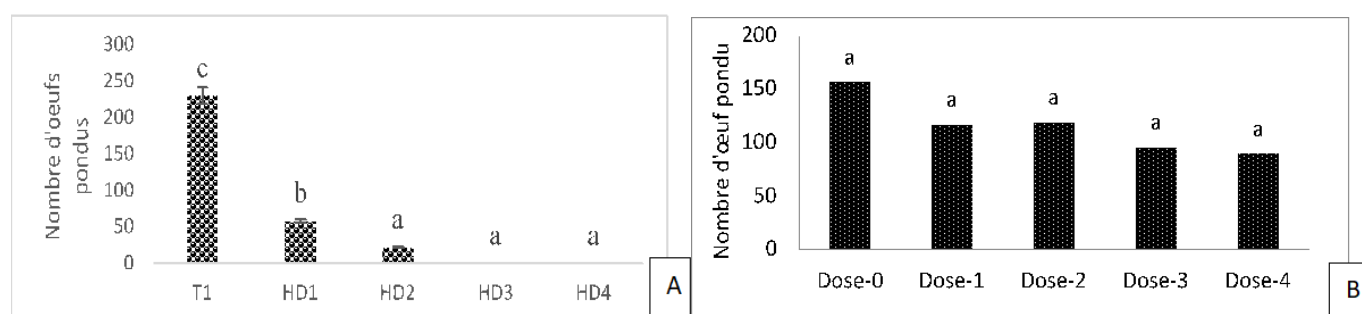


Fig. 2. Number of eggs present on seeds treated at different doses of oil (A) (T1 = 0 μ l; HD1 = 100 μ l; HD2 = 200 μ l; HD3 = 300 μ l; HD4 = 400 μ l), and powder (B) (Dose 0: Control, Dose 1: 1 g, Dose 2: 5 g, Dose 3: 10g Dose 4: 15g) *M. oleifera* seeds. The values followed by the same letters do not differ significantly at the threshold of 5% (Newman and Keuls test)

4.6 EGG VIABILITY RATE

The viability rate of the eggs laid decreased significantly with increase in the dose of oil. No emergence was observed for doses 3 and 4. The viability rate of dose 2 (19.88 %) was significantly different from that of dose 1 (24.80 %) and both were significantly different from the control (43.60%) at the threshold of 5 %. The egg viability rate (emergence) was stimulated by

the presence of moringa seed powder. There was significant difference between all powder doses (67.30; 67.38; 69.15 and 69.65 %, respectively) and the control (50.71 %).

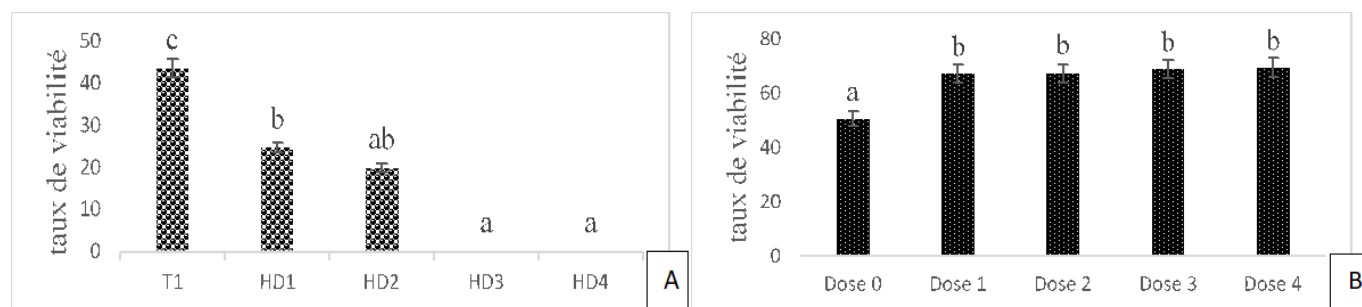


Fig. 3. Average rate of viability of eggs (emergence) of *A. obtectus* on *P. vulgaris* treated by contact with different oil doses (A) (T1 = 0 μ l; HD1 = 100 μ l; HD2 = 200 μ l; HD3 = 300 μ l; HD4 = 400 μ l); and powder (B) (Dose 0: control, Dose 1: 1 g, Dose 2: 5 g, Dose 3: 10 g, Dose 4: 15 g) des graines de *M. oleifera*. The values followed by the same letters do not differ significantly between them at the threshold of 5% (Newman and Keuls test)

4.7 WEIGHT LOSS

Weight loss of the treated seeds decreased with increasing amounts of moringa seed oil used (Fig. 8). Thus, no weight loss was observed for doses 3 and 4; doses 1 and 2 recorded a weight loss of 1.16 % each corresponding to a weight loss of 4.91 % for the control. In the case of powder, weight loss varied very little according to the doses. Weight of 3.67; 3.41; 3.41, 3 and 4.58, respectively, were noted for doses 1, 2, 3 and 4 of the powder and the control.

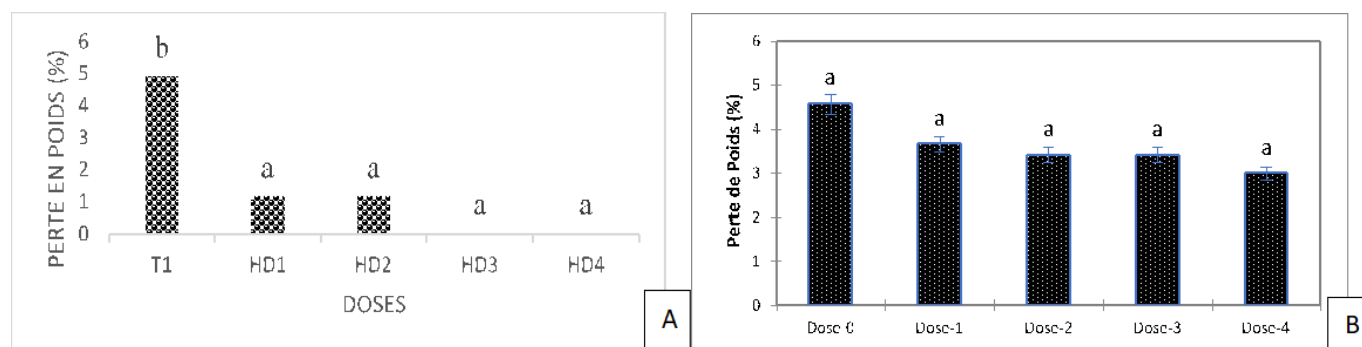


Fig. 4. Percentage weight loss (%) at different oil doses (A) (T1 = 0 μ l; HD1 = 100 μ l; HD2 = 200 μ l; HD3 = 300 μ l; HD4 = 400 μ l) et de powder (B) (Dose 0: control, Dose 1: 1 g, Dose 2: 5 g, Dose 3: 10 g, Dose 4: 15 g) seeds of *M. oleifera*. There is no significant difference between values with the same letters at 5 % threshold (Newman and Keuls test)

4.8 SEED GERMINATION POWER

All tested seeds germinated regardless of the treatment or dose applied. There was no significant difference between the doses compared to the control and those for all treatments (moringa seed oil and powder moringa).

Table 2. Germination rate of treated and untreated bean seeds (control) at different doses of *M. oleifera* oil and powders

Duration	Moringa oleifera oil and powders									
	Doses of oil					Doses of powders				
	0 μ l	100 μ l	200 μ l	300 μ l	400 μ l	0g	1g	5g	10g	15g
Day 2	86	82	92	60	76	78	84	88	90	90
Day 3	94a	90a	96a	94a	94a	98a	98a	94a	98a	94a

The values followed by the same letters do not differ significantly at the threshold of 5% (Newman and Keuls test).

5 DISCUSSION

Extraction of 380 g of moringa seed powder with acetone produced a yield of 26.25 %. This yield could be attributed to the condition of the plant material at the time of collection, atmospheric conditions [16], to the polarity of the solvent, and to the volume used. This result is contrary to that of [17] who obtained an extraction rate of 40.72 % of moringa seed oil with acetone by extraction using Soxhlet.

The inhalation toxicity test revealed that moringa oil is ineffective by inhalation against *A. obtectus* adults. This could be explained by the absence in moringa oil of volatile secondary metabolites or aromatic compounds or their presence in insufficient proportions to saturate the enclosure. Similar results were obtained by [11].

According to the results of the repulsion test, the oil of moringa seeds belongs to the class 0 opposite adults of *A. obtectus*, according to Mc Donald's classification [13]. It contains little or no repulsive compounds such as terpenoids, phenolic compounds, and alkaloids. The same observation was made by [14] for the oils of *Dischrotachys glomerata*, *Echinops giganteus* and *Mondia whitei* against bean weevil.

Both formulations of moringa were toxic to *A. obtectus*, moringa oil having a faster action than the powder. This could be justified by the fact that certain bioactive compounds acting in the oily formulation are inhibited or have their bio-activities reduced in the powdery formulation by other compounds present in it. Similar results were obtained by [11], [18] respectively on *A. obtectus* with the essential oils of *E. giganteus* and *M. whitei*, and on *Sitophilus Zea mays* with the powders of *Moringa oleifera*, *Melia azedarach*, *Annona muricata* and *Cyrtosperma senegalensis*. The decrease in the number of eggs laid according to the moringa oil doses could be attributed to the toxicity of the oil because the increasing mortality of the insects according to the doses did not leave them enough time for oviposition as opposed to moringa powder, which showed no significant difference with the control in the number of eggs laid. Similar results were obtained by [19] on *C. maculatus* after 72 hours with Moringa, Fenugreek, Jojoba and sweet almond oils.

The emergence of F1's individuals from *A. obtectus* decreased with increase in the dose of oil applied, and absent at a dose of 300 µl. Similar results were obtained by [19], [11]. In contrast to oil, Moringa powder instead stimulated the emergence of bean weevil F1. The treated lots showed a viability rate higher than that of the control and those at the lowest dose. This could be justified by the similarity existing between the constituents of bean seeds and that of Moringa, in particular proteins, vitamins and amino acids. These results are similar to those of [9] on *C. maculatus* with moringa leaf powders. Of the two formulations based on moringa seeds tested, only the oil proved effective in preserving the weight of bean seeds with a loss of 0 % observed at a dose of 300 µl. The loss of weight of *P. vulgaris* seeds observed in the batches treated with the different doses of moringa powder, is related on one hand to the biological activity of the larvae inside their cotyledons and on the other hand to the emergence of adults from the development of these larvae [20]. Similar results were obtained by [11], [7].

At the end of the germination test, all the seeds tested germinated on the second day of the experiment; no significant difference was observed between the doses of each formulation tested and the control. This result could be justified by the volume of seeds of the bean cultivar used for the tests and the period of infestation. In fact, the larvae could consume the food reserves of the cotyledons without affecting the entire germ. These results are contrary to those of [7] with the seeds of *P. vulgaris* (Kidney white cultivar) treated at different doses of essential oils of lemon, mandarin, bergamot, laurel, eucalyptus, cedar, lavender, peppermint and thyme.

6 CONCLUSION

Having reached the end of this study which had as main aim to evaluate the insecticidal effect of oil and powder of Moringa seeds on bean seeds in storage. It appears that the two formulations based on the seeds of *Moringa oleifera* tested are toxic to adults of *Acanthoscelides obtectus*. However, predominance in effectiveness of the oily formulation was observed from the concentration of 300 µl/30 g of bean seeds with a 100 % mortality rate after two days of exposures unlike the powder. Moringa seed oil reduced seed oviposition and the emergence of adult F1 individuals of *A. obtectus*, unlike moringa seed powder, which had almost no effect on oviposition of seeds, stimulated the emergence of F1 individuals of the bean weevil. Regarding the agronomic characteristics of common bean seeds, our results showed that of the two formulations based on moringa seeds tested (oil and powder), only moringa oil allows the prevention of bean seed weight loss in storage under high doses (300 and 400 µl) with 0 % weight loss of bean seeds, unlike moringa seed powder where weight losses of 3.41 % and 3% were observed at high doses (10 g and 15 g).

REFERENCES

- [1] Frénot M., Vierling E., Biochimie des aliments. Diététique du sujet bien portant. Science des aliments. 2eme Ed. Doin. pp 79-102, 2001.
- [2] Schmale I., Wäckers F.L., Cardona C., Dorn S., Biological control of the bean weevil *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae) by the native parasitoid *Dinarmus basalis* (Rondani) (Hymenoptera: pteromalidae) on small-scale farms in Colombia. *Journal of Stored Products Research* 42: 31-41, 2006.
- [3] Mushambanyi T.M.B., Balezi N. Muzakamba M., L'utilisation des poudrages de plantes médicinales dans la lutte contre les bruches du haricot du Kivu. In: Congres Novotel Mount Meru, Arusha, Tanzania, PABRA Millenium Workshop, pp 197-205, 2001.
- [4] Anonyme, Annuaire des statistiques du Cameroun. Institut National de la Statistique, pp 232-255, 2015.
- [5] Isman, M.B., Botanica1 insecticides, deterrents, and repellents in modem agriculture and an increasingly regu1ated world. *Annual Review of Entomology* (51): 45-66, 2006.
- [6] Glitho L.A., Ketoh K.G., Nuto P.Y., Amevoin S.K., Huignard J., Approches non toxiques et non polluantes pour le contrôle des populations d'insectes nuisibles en Afrique du Centre et de l'Ouest. P 207-2017. In Regnault-Roger C. Philogène B.JR. et Vincent C. (éds). Biopesticide d'origine végétale jme édition. Ed. Lavoisier, Tec & Doc, Paris. 550p, 2008.
- [7] Khelfane-Goucem K., Etude de l'activité insecticide des huiles essentielles et des poudres de quelques plantes à l'égard de bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) et comportement de ce ravageur vis-à-vis des composées volatils de différentes variétés de plantes hôtes (*Phaseolus vulgaris* L.). Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 178p, 2014.
- [8] Abras F., Etudes de l'activité biologique des extraits de quelques plantes aromatique à l'égard d'un insecte ravageur des grains stockés, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). Mémoire de Magister en Biologie, U.M.M.T.O., 69p, 2015.
- [9] Dimetry N. Z. et El-Behery H., Bioactivities of *Moringa oleifera* leaf powder towards the cowpea beetle *Callosobruchus maculatus* F. under laboratory conditions. *Journal of Innovations in Pharmaceutical and Biological Sciences*, pp1-6, 2018.
- [10] Chi Mbatchou V., Akosua R.D., Amponsah I. K., Yeboah A. M., Habtemariam S., Protection effect of the anthraquinones, cassiatorin and aurantio-obtusin from seeds of *Senna tora* against cowpea weevil attack. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 8 (2): 98-105, 2018.
- [11] Woguem V., Etude des activités insecticide, antifongique, antioxydante, antiproliférative et caractérisation chimique des huiles essentielles de cinq plantes aromatiques du Cameroun. Mémoire Thèse Doctorat, Dschang School of Sciences and Technology, 140p, 2017.
- [12] Ngoh Dooh J.P. Evaluation de l'effet des extraits de *Thevetia peruviana* (Pers.) K. Schum. Sur trois champignons phytopathogènes: *Phytophthora megakarya* Bras. Et Grif., *Colletotrichum gloeosporioides* f.sp. *Manihotis* et *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. Thèse Doctorat/Ph.D U.Y.1, Cameroun. 204p, 2014.
- [13] Mc Donald L.L., Guy R.H., Speirs R.D., Preliminary evaluation of new candidate materials as toxicants, repellents and attractants against stored product insects. Marketing Research Report. n° 882. Washington: Agricultural Research Service, United State department of Agriculture. 183p, 1970.
- [14] Nerio L.S., Olivero-Verbel J., Stashenko E. Repellency activity of essential oils from seven aromatic plants grown in Colombia against *Motschulsky* (coleoptera). *Journal of stored products research* 45: 2012-2014, 2009.
- [15] Papachristos D.P., Stamopoulos D.C., Repellent, toxic and reproduction inhibitory effets of essential oils vapors on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Product Research* 38: pp 365-373, 2002a.
- [16] Brunneton J., Pharmacognosie, phytochimie et plantes médicinales. 3eme Ed. Tec et Doc., Paris. 1268p, 1999.
- [17] Louni S., Extraction et Caractérisation physicochimique de l'huile de graines de *Moringa oleifera*. Mémoire Magister en Science Agronomiques. Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach. 115p, 2009.
- [18] Atindo T., Toxicologie de quelques plantes à potentiel insecticide répertoriées dans la flore camerounaise en utilisant le charançon du maïs comme modèle biologique. Mémoire de Master, U.Y.I, P67, 2001.
- [19] Sherin M.M.Y.H., Insecticidal and biological effects of four plant oils on the cowpea beetle, *Callosobruchus maculatus* (F.). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6 (2): pp 3111-3118, 2018.
- [20] Hamdani D., Actions des poudres et des huiles de quelques plantes aromatiques sur les paramètres biologiques de bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae). Mémoire de Magister en science biologiques, U.M.M.TO., 94p, 2012.

تمثل المربي للحدث الجانح بمراكز حماية الطفولة في المغرب

[The educator's representation of the juvenile delinquent in childhood protection centers in Morocco]

محمد نشيط

باحث دكتوراه، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، ظهر المهراز، جامعة سيدي محمد بن عبد الله، فاس، المغرب

Mohamed NACHIT

PHD Researcher, Faculty of Letters and Human Sciences, Dhar Mehraz, Sidi Mohamed Ben Abdullah University, Fes, Morocco

Copyright © 2021 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 educator's representation of the juvenile delinquent" is considered as one of the important topics that need research and adoption regarding the reeducation of the juvenile delinquent, and their reintegration into society. Hence, this research aimed to identify the educator's representation of the juvenile delinquent in childhood protection centers in morocco, and used the descriptive and analytical approach; the interview was used as a research tool, it was applied to a sample of (20) educators in child protection centers, as well as (30) juveniles from three different child protection centers in morocco.

The research has reached the following results:

On the intellectual level: most of the educator's representations of the juvenile delinquent who are committing minor misdemeanors are aware of what they are doing.

On the level of reform ability: the educators see that the most of the juvenile delinquent are incapable to educational reforms, they can't learn a craft within the child protection center.

With regard to the behaviors, the educators see that the juvenile delinquent don't obey the orders and are violent in their behaviors.

As for the juvenile delinquent's representation of the educators, they see that the majority of them have the ability to form communicative relationship with the juvenile.

KEYWORDS: Representation, juvenile delinquent, educator, communicative relationship, child protection centers.

ملخص: إن موضوع "تمثل المربي للحدث الجانح بمراكز حماية الطفولة" يعتبر من اهم الموضوعات التي تحتاج إلى بحث وتبني فيما يخص إعادة تربية الجانحين وادماجهم في المجتمع، ومن هنا فقد هدف هذا البحث إلى التعرف على تمثيل المربي للحدث الجانح بمؤسسات حماية الطفولة بالمغرب، واستخدمت المنهج الوصفي التحليلي، وتم استخدام المقابلة كأداة للبحث، طُبقت على عينة من المربين بمراكز حماية الطفولة وعددهم (20) مربيًا، وكذلك (30) حدثًا، من ثلاثة مراكز لحماية الطفولة بالمغرب، وتوصلنا للبحث إلى النتائج الآتية:

على المستوى الفكري: إن أغلب تمثيلات المربين عن ارتكاب الأحداث لجنح بسيطة، ويرون ان الحدث يبي الجنحة التي ارتكبتها، وعلى مستوى القابلية للإصلاح فإن المربين يرون أن معظم الأحداث غير قابلين لإعادة الإصلاح التربوي، ولا يمكنهم تعلم الحرفة او الصنعة داخل مركز حماية الطفولة، وبالنسبة لسلوك يرون المربين ان الأحداث الجانحين لا يمثلون للأوامر وعنيفين في تصرفاتهم.

أما تمثيل الحدث الجانح عن مربيههم فيرون أن غالبية المربين لهم القدرة على تكوين العلاقات التواصلية مع الأحداث.

كلمات دلالية: تمثيل، حدث جانح، مربي، علاقة تواصلية، مراكز حماية الطفولة.

1. مقدمة

يستأثر موضوع التمثيل اهتمام العديد من المفكرين والباحثين والمتخصصين في مجالات مختلفة من الميادين العلمية، إذ تعتبر دراسة دوركايم للتمثيلات الاجتماعية نقطة انطلاق هذا الموضوع ليشمل باقي المجالات العلمية خاصة علم النفس، وعلى هذا الأساس جاء بحثنا ليكشف عن التصورات السائدة عند المربين، باعتبارهم النواة الحقيقية التي يمكن أن تبين جل السلوكيات المعبر عنها وغير المعبرة عنها، في شكل مجموعة من الصور الذهنية التي تشكل تمثيلات ذهنية تستمد معطياتها من المعلومات المتوفرة عن الأحداث الجانحين من خلال ملفاتهم، ومن خلال التفاعلات الاجتماعية بين كل من المربي والحدث الجانح.

إن دور التمثيل يتجلى بالأساس في قيامه بدور الوسيط في التفاعلات التي تتم على مستوى الذات أو على مستوى الأفراد، إذ يعبر التمثيل عن نفسية أو ذهنية المربي الذي يسهر على خدمة الأحداث الجانحين من خلال ملازمتهم وتوجيههم وإعداد أنشطة تحمل في طياتها البعد النفسي والاجتماعي لهذه الفئة، وللظروف التي مروا بها قبل وصولهم للمركز، فدور المربي ليس بالدور الهين، بل على العكس من ذلك فمهمته تقتضي التزامه التام بخدمة الأحداث الجانحين والسهر على تلبية مختلفة حاجاتهم فتواجهه بالمركز بشكل معنى آخر لمفهوم التربية، إذ من خلال تكوينه يسعى إلى الرقي بمستوى التربية إلى ما هو أفضل، بالاستناد على مفاهيم وطرائق بيداغوجية بغية تسهيل العمل التربوي بكيفية معقولة ومبسطة تتماشى مع قدرات والإمكانات المعرفية للأحداث الجانحين.

2. إشكالية البحث

من هنا جاء بحثنا ليكشف عن التصورات العامة والخاصة عن الأحداث الجانحين، في إشكالية مصاغة على النحو التالي، ما تمثيلات المربين عن الأحداث الجانحين بمراكز حماية الطفولة؟

وتتفرع عن هذه الإشكالية أسئلة فرعية:

- ما تمثيلات المربين للأحداث الجانحين على المستوى الفكري؟
- ما تمثيلات المربين للأحداث الجانحين على مستوى القابلية للإصلاح؟
- ما تمثيلات المربين للأحداث الجانحين على مستوى سلوك الحدث الجانح؟
- ما تمثيلات الحدث الجانح على العلاقة التواصلية لمربيهم؟

3. أهداف البحث

يهدف البحث إلى التعرف على " تمثيل المربي للحدث الجانح داخل مراكز حماية الطفولة " إلى الكشف عن تمثيلات المربين في علاقتها بالعملية التواصلية.

4. حدود البحث

إقتصر البحث على دراسة عينة من المربين وعينة من الأحداث من ثلاثة مراكز لحماية الطفولة بالمغرب (الرباط - تمارة - بنسليمان).

أولاً: الإطار النظري

5. مفهوم التمثيل

مفهوم التمثيل من المفاهيم الأساسية التي عرفت استعمالاً كبيراً في مجال العلوم الإنسانية والاجتماعية، إذ اختلفت استعمالاته باختلاف الأطر المرجعية والنظرية والمنهجية للمجال الذي استثمر فيه (اللسانيات، علم النفس، التواصل، علوم الإعلام الاثنولوجيا) لكن النظرية المتعلقة به تطورت في علم الاجتماع [1] ويعتبر دوركايم 1881 أول من استعمل مفهوم التمثيل الاجتماعي، ويقصد به كل ماله علاقة بالتفكير الاجتماعي، إذ لا يختلف هذا المفهوم عن الأسطورة والدين واللغة والمعتقدات والأحكام....، إلا أن هذا المفهوم لم يعرف تحديداً إجرائياً في الخطاب الدوركايمي على غرار المفاهيم الأخرى كمفهوم العقل الاجتماعي وتقسيم العمل.

لقد حاول بعض مؤسسي علم الاجتماع ملامسة موضوع التمثيل كموضوع معروض على الدراسة العلمية، وفي هذا السياق يؤكد G.TARD على أهمية التواصل في تغيير المجتمعات الإنسانية باقتراحه موضوعاً على علم النفس الاجتماعي بدراسته المقارنة للمحادثات والمداولات الاجتماعية [2].

كما أن مفهوم التمثيل لم يظهر بشكل كبير عند علماء النفس باستثناء دراسة بياجيه J.Piaget حول تمثيل العالم لدى الطفل [3]، ويعتبره كصورة ذهنية وعقلية تتكون عند الطفل في علاقته بالبيئة التي يعيش فيها. وهذا التمثيل ما هو إلا امتداد للإدراك والموضوع المثار فكلاهما يتخذان لنفسيهما بناءً نسقياً من المعاني والدلالات، ومنذ تلك الدراسة لا نعثر على بناء وتوظيف إجرائي له قبل دراسة موسكوفيتشي حول تمثيلات الفرنسيين للتحليل النفسي [2]، وبذلك فإن مفهوم التمثيل من بين المفاهيم السيكلولوجية التي ينتاب استعمالها كثيراً من الخلط، وعدم الدقة، فضلاً عن اختلافه بالمفاهيم السيكلولوجية الأخرى: كالصورة، والإدراك، الاتجاه.

فمن منظور موسكوفيتشي: "إن التمثيل يهدف إلى استيعاب الواقع وفهمه وإعطائه دلالة معينة" [4]، وتطور بناء الموضوع، وحاصله هو ما يسمى بالتمثيل [5]. وإن التمثيلات الفردية والاجتماعية تجعلان العالم وفق ما نعتقد، انه كائن، أو ما ينبغي أن يكون، فمع موسكوفيتشي. يعتبر مفهوم التمثيل بناءً تكون فيه الذات والموضوع حاضرين من غير وجود قطيعة بين العالم الخارجي والعالم الداخلي.

وبياجيه Piaget: يعرفه "بأنه عملية استحضار لمواضيعه في حالة غيابها، واستعمال المعارف المدركة بالاستناد إلى مواضيع أخرى غير مدركة" [6].

جيزطاف- نيكولاس فيشر: Gustave Nicolas Fischer يعرفه "انه طريقة ننظم بواسطته معارفنا بالواقع، فمفهوم التمثل يعني بالمعنى العام نشاط عقلي من خلاله وبواسطته نكون صورة معينة تجعل من شيء أو حدث ما حاضرا في الذهن". إذا التمثل في معناه العام هو الكيفية التي ينظم بها الفرد فهمه لواقعه وللحقيقة التي يعكسها [6].

أما أحمد أوزي فيستخدم التمثل بكونه نتاج يعبر عن نفسية أو ذهنية الفرد البشري، أو انه نتاج يعبر عن كائنات أو أشياء لها وجود، وثقافة المجتمع أو جماعة اجتماعية معينة، بينما يعد التمثل في المعنى السيكلوجي بأنه استحضار موضوع غائب إلى الذهن، موضوع غير واقعي، أو يتعد إدراكه بكيفية مباشرة، ولكن وعيه أو تصوره ذهنيا ممكن، وقد يشمل التمثل عدة صور، وهو كالصورة يمكن تركيبه بواسطة الفاعلية الذهنية، فتكاد تتفق العلوم على انه نتاج عملية تفاعل بين المعطى النفسي والمعطى الاجتماعي [7].

وبذلك نعرف التمثل إجرائياً: بأنه الصورة التي يحملها المرء عن الحدث أثناء تواجده بمراكز حماية الطفولة.

6. طبيعة التمثل

انه عملية ذهنية تركيبية يستمد معطياته من الواقع ومن خلال المعلومات التي يتلقاها الفرد من عدة مصادر كالحواس والخبرات التي تجتمع إليه وتخزينها ذاكرته، ومن خلال المعلومات التي يستقيها عن طريق العلاقات التي يربطها بغيره من الأفراد أو الجماعات، فهذه المعلومات تنظم وتصنف في شكل نسقي ذهني، إذ يشكل ظاهرتين سيكلوجيتين هما مضمون الفاعلية الذهنية من جهة، والعملية الذهنية الخاصة المرتبطة بهذه الفاعلية من جهة ثانية [8].

7. وظائف التمثل

يعتبر سيرورة دينامية متحولة وغير ثابتة تخضع لآليات معقدة في إطار بنائها وتشكيلها للواقع، وإن محددات الجانب الوظيفي للتمثل ينطلق من سيرورتين يتجسدان في الموضوعية objectivation والترسيخ Ancrage، فهما يحددان الكيفية التي يتم من خلالها تغيير المكونات التي تتشكل من المعلومات ومختلف الأشياء التي نتمثلها، فالموضوعية عند Fischer هي عملية يتم من خلال تحويل العناصر المجردة والنظرية على مستوى الموضوع إلى صورة الملامسة وآلية للترسيخ فيحددتها في ثلاث وجوه [6]:

- التمثل وظيفة تأويلية.
- إنه يتجسد في طبيعته الدلالية: أي أن الموضوع يصبح له دلالات متعددة.
- التمثل يتسم بوظيفة الاندماجية.

8. محددات التمثل

إن التمثلات تخضع لمحددتين أساسيين يعملان على تشكيلها وتوجيهها ويتعلق المحدد الأول وهو محدد مركزي بمجموع الظروف الاجتماعية التي تؤثر على المعلومات التي تروج حول موضوع التمثل، وحول مدى انتشار هذا الموضوع داخل مجتمع، اما المحدد الثانوي فيتعلق بالتوجهات والخصائص الفردية ذات الطبيعة السيكلوجية.

ومن هنا يتبين على حد قول D. Jodlet أن النظريات المتعلقة بالتمثل يتداخل ما هو اجتماعي في بلورة ما هو سيكلوجي والعكس صحيح [1].

9. مكونات التمثل

ينظر موسكوفيشي إلى التمثل بأنه عالم من الآراء، يخضع للتحليل حسب أبعاد أساسية: الاتجاه، المعلومات، ومجال التمثل، إذ لا يمكن تمثيل موضوع معين دون تحديد اتجاه نحوه إلى جانب ما يحمله من معلومات سابقة حول الموضوع الممثل، كما يعمل الاتجاه على توحيد السلوك وتحديد استجابات المثيرات العالم الخارجي [9]، ويعتبر أن الفرد عندما يدلي برأيه حول موضوع، فإنه يفترض انه تمثل شيئاً من هذا الأخير، وإن المثير والاستجابة قد تم تكوينهما في نفس الوقت، مما يجعل الاتجاه يحتل المرتبة الأولى في بلورة وتوجيه تمثلاتنا لمواضيع العالم الخارجي، أكثر من المعلومات ومجالات التمثل، فيمكن لفرد أن لا يتوفر على معلومات حول الموضوع الممثل، ولكنه يمتلك الاتجاه المعين نحوه، الشيء الذي يجعله يتمثل الموضوع وفق ذلك الاتجاه المسبق، في حين تحتل المعلومة بعداً ثانياً لمكون التمثل باعتبارها نوعاً من اكتساب الوعي ضمن الواقع الاجتماعي، كما تمثل إدراكاً للذات بشكل جديد، وتؤثر بشكل ملموس على تمثلاتنا للمواضيع الاجتماعية المختلفة، ويتمثل البعد الثالث لمكون التمثل في مجال التمثل الذي يختلف باختلاف الأفراد والجماعات.

10. نظريات التمثل

10.1. نظرية التحليل النفسي

إن التمثل عند فرويد هو كل تصور Conception/Vision أو بناء فكري عقلي يسمح بحل كل المشكلات التي يطرح وجودها انطلاقاً من مبدأ وحيد، تأخذ تصورات في إطار النظريات الجنسية الطفيلية، التي حددها سنة 1908 كبناء لتمثلات تسمح بحل المشاكل المتعلقة بوجود الفاعل الإنساني، إذ يتحدث فرويد عن إيديولوجيات الأنا الأعلى حيث توجد علاقة بين الإيديولوجية وعمليات الكبت، فمكبوتات الأنا الأعلى: (الأخلاق والواجبات الاجتماعية، المثل والمبادئ، وقوالب التعرف على الذات: الأسطورة أو الإيديولوجية أو الدين).

إذا التمثل عند فرويد له وظيفة مزدوجة [10]:

- **الوظيفة النفسية:** إذ يتخذ التمثل قاعدة الإسقاط إذ تكون سلفا وتحقق الرغبة عبر التشكيل Figuration والتمثيل والنيابة Délégation
- **الوظيفة الاجتماعية:** إذ تساهم في تشكيل جماعة الانتماء والمعتقد والهوية.

10.2. النظرية السوسولوجية

إن فهم التمثلات الفردية يرتبط بفهم الأوضاع والمواقف والميولات والثقافة التي يستنبطها الأفراد والتي تحكم رؤيتهم إلى العالم، كما تحكم أنماط تفكيرهم وأسلوب عيشهم وطرق أدواقهم والمعايير التي يعتمدونها في تضيق مجالات الحياة بحسب الأولويات [11].

لذلك فإن تمثلات الأفراد حسب اميل دوركايم تختلف باختلاف القيم الثقافية التي اكتسبها من المجتمع، وباختلاف استعداداتهم العقلية والوجدانية والجسدية، كما اكتسب مفهوم التمثل الجمعي مع دوركايم (1858 – 1917) صفة جمعية حيث جعل منه عنصرا مهما داخل الحياة الاجتماعية، فالتمثل الجمعي ناجم عن شعور الأفراد، فهو يصدر عن العلاقات المترابطة بين الأفراد والجماعات، فالتمثلات الجمعية هي خارجة عن شعور الأفراد، إذ يصدر عن الأفراد منفردين ولكنه يصدر أيضا عن تفاعلاتهم، ولتمثل نوع من الاستقلال بالنسبة للجماعة فالتمثل يشبه الوثائق الاجتماعية إذ يتسم بطابع الخروج عن إرادات الأفراد ومشاعرهم وهي تنجم عن العلاقات التي تربط الجماعات الثانوية أو الفرعية فيما بينها علاوة عن ذلك يرى دوركايم أن للتمثلات دورا أساسيا في تشكيل الحياة الاجتماعية وكذا الوعي الجماعي للأفراد.

10.3. التمثل عند المعرفيين

يقصد بالتمثل عملية تحويل المثيرات والخبرات المختلفة إلى معاني وأفكار يمكن استيعابها وترميزها وتخزينها بطريقة منظمة لتصبح جزءا هاما من البنية المعرفية للفرد [12].

كما أن مصطلح التمثل يفيد كل نشاط ذهني واشتغال النسق المعرفي الإنساني الذي يتجسد من خلال مجموعة أفكار والمعارف والرموز. وخصائص هذه العملية هي خصائص ذهنية تضيف على كل نشاط إدراكي يتبدى في سيرورات من قبيل الانتقاء والتبسيط، والتدبير، والتخزين، والمعالجة، والانتباه [13]. على اعتبار أن الفرد بخصوص هذه العمليات هو بمثابة أداة ذاتية النشاط والفعالية [14]، وذلك من حيث كون هذه العمليات سيرورات تبرز بشكل عام من خلال تناول المعلومات أو المثيرات ومعالجتها هذا مع العلم ثمة تنوع في أشكال هذه المعالجة والتي تساهم بدورها في بناء التمثل منها مثلا: التعقل والاستدلال [15]، وعلى المعارف المخزنة في الذاكرة من خلال التمثل، فمن خلال هذه العملية السابقة يتم البحث والكشف في الذاكرة عما يماثلها [13]، ومن ثمة العمل على مطابقتها بالمعارف والمعلومات المتوافرة.

11. أهمية دراسة التمثل

مما لا شك فيه أن البحث العلمي يقتضي إدراج الدراسات السابقة لما لها من أهمية في الاستناد على مجموعة من المبادئ والخطوات المنهجية المعتمدة من خلال مقارنة نتائج هذا البحث بباقي الدراسات الأخرى، لكنه في ظل افتقار الخزانات لمثل هذه الدراسات خاصة كلية علوم التربية و المعهد الملكي لتكوين الأطر، فإن الباحث سيعتمد على مجموعة من الدراسات التي تشير إلى أهمية دراسة التمثل، فدراسة ألدي واخرون [16] Allday et al، تؤكد ان تحيات الأستاذ تساعد في تغير سلوك الطالب، وتمثل صورة المعلم لديه تكون إيجابية، ودراسة ادميرال واخرون [17] Admirael et al التي درست تصورات المعلمين عن طلابهم، وأكدت ان التمثلات الإيجابية لدى المعلم تساعد في تكوين علاقات إيجابية مع طلابه، وتزيد من انجاز الطالب، كما تبين دراسة تيلغا واخرون [18] Tilga et al والتي درست تأثير البرامج المستندة على الويب في تعديل تصورات الطلبة عن معلمهم، وأكدت ان البرنامج ساعد بشكل إيجابي في تعديل سلوك الطلبة وتكوين تمثلات إيجابية عن معلمهم، ورضاهم عن ما قدمه المعلمين.

وبذلك نستطيع القول بأن دراسة التمثلات سواء لدى المربي أو الجانح لها دور في التعرف على الممارسات البيداغوجية والصور التي يحملها المعلمون حول الطفل أو العكس.

12. المربي والحدث الجانح بمراكز حماية الطفولة

المربي: هو الشخص الذي يضطلع بمهنة التربية داخل المركز وله مؤهلات وقدرات تسهل عملية تدخلاته نتيجة لدوره الاجتماعي، واستعداداته الذاتية ومؤهلاته التربوية والبيداغوجية، فهو ذلك الشخص الذي يهتم بالأطفال، ويشغل وقتهم وينشطهم، ويساعدهم على أن يفرضوا مكانهم، والذي يمكنهم من بناء الأنا، وانشراحها، كما يساعدهم على خلق علاقات اجتماعية... الخ [19].

ونعرفه بالشخص الذي تسند له مهمة التربية داخل المركز الإصلاحي، والذي يهتم بالأحداث الجانحين، قصد مساعدتهم على خلق علاقات اجتماعية والقيام بإعادة التربية.

أما الحدث: هو كل شخص لم يبلغ من العمر السن المقررة لبلوغ الرشد الجنائي، أو هو "صغير الذي أتم السن التي حددها القانون للتمييز ولم يتجاوز السن التي حددها لبلوغ سن الرشد. إنه كل طفل أو شخص صغير السن، يجوز بموجب النظم القانونية ذات العلاقة، مساءلته عن جرم بطريقة تختلف عن مسألة البالغ [20]، في حين يعرف الحدث الجانح، بأنه كل شخص لم يبلغ السن المنصوص عليها قانونا لبلوغ الرشد الجنائي، ويرتكب أحد الأفعال المخالفة للنظام العام أو القانون.

والحدث الجانح: كل شخص لم يبلغ من العمر السن المقررة لبلوغ الرشد الجنائي، والذي أحيل إلى مراكز حماية الطفولة بموجب تدبير قضائي.

ثانياً: الإجراءات المنهجية

13. منهج البحث

المنهج الذي اعتمدته الباحثة في هذه الدراسة، هو المنهج الوصفي، باعتباره يحاول «تحديد المكونات المؤدية إلى وضعية معينة والعمل في بعض الأحيان على وصف العلاقة الموجودة بين عناصرها» [21].

14. مجتمع وعينة البحث

- تضم عينة البحث 20 مربية بمراكز حماية الطفولة (الرباط – تمارة - بنسليمان).
- تضم عينة البحث ثلاثون حدثاً جانحاً.

15. أداة البحث

أما الأداة المستعملة في هذا البحث فهي المقابلة نصف موجهة لأنها تمكن الباحث من تحديد جواب واضح عن جملة من الأسئلة الرئيسية، ومن حرية التصرف في صياغة الأسئلة وفق ما يقتضيه الحديث وطبيعة الإجابة التي يدلي بها المستوجب (المربي)، وتضمنت سؤالاً حول تصور الحدث الجانح عن أسلوب التواصل لدى المربي.

ثالثاً: عرض نتائج البحث ومناقشتها

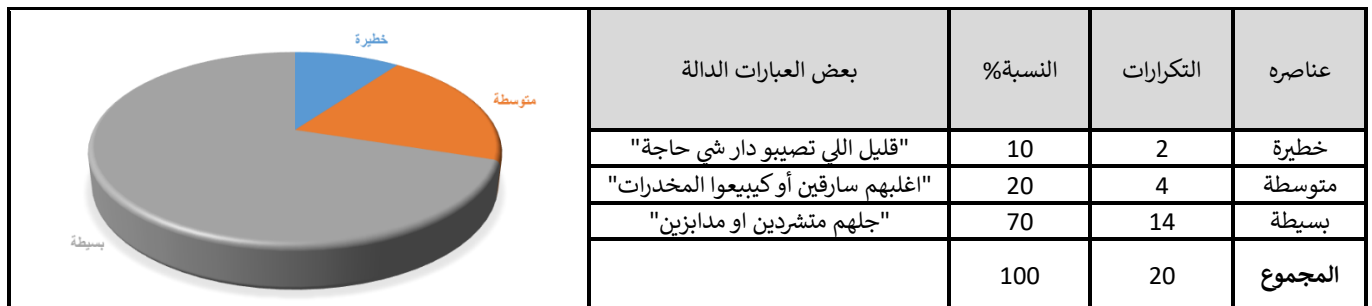
إن موضوع "تمثل المربي للحدث الجانح بمراكز حماية الطفولة" يعتبر من أهم الموضوعات التي تحتاج إلى دراسة وتبني فيما يخص إعادة تربية الجانحين وادماجهم في المجتمع، ومن هنا تم تطبيق هذه الدراسة في أحد المراكز الخاصة بحماية الطفولة بالمغرب- مركز مدينة تمارة نموذجاً، وقد تم التوصل إلى مجموعة من النتائج التي يمكن الاستفادة منها في بلورة أسس حقيقة لماهية التصورات التي يحملها المربون عن الأحداث الجانحين بمختلف مراكز حماية الطفولة، والتي سنعرضها في البنود الآتية:

16. تمثل المربي للأحداث الجانحين على المستوى الفكري

تم جمع المعطيات من خلال تحليل المقابلات التي تم تطبيقها على المربين، وذلك عن تمثيل قيمة الجانح المرتكبة من قبل الأحداث، وكذلك مدى وعي الأحداث بالجانح المرتكبة، وكانت النتائج كما يلي:

16.1. الجنحة

جدول 1 يبين تمثيل قيمة الجنحة التي ارتكبها الحدث لدى المربي



من خلال نتائج الجدول أعلاه يتبين أن تمثيل المربين للجنحة المرتكبة "البسيطة" تعتبر نسبة عالية بحيث تقدر بـ 70 %، في حين عبر مربيان يكون الجنحة "بسيطة" بنسبة تقدر بـ 20 %، بينما عبر مربيان بأن الجانح المرتكبة بمراكز حماية الطفولة هي جنحة خطيرة بنسبة تقدر بـ 10 %.

من خلال تحليل المقابلات لوحظ أغلب الجانحين الموجودين بمراكز حماية الطفولة ينحدرون من أوساط اجتماعية فقيرة ومفككة.

- أغلبهم ليس له مستوى دراسي جيد.
- أغلبهم ينحدرون من أسر ذات مستوى ثقافي محدود.
- أغلبهم لم يسبق لهم دخول المدرسة.
- إذا ما توفرت هذه القدرة العقلية فإنها لا توظف في الأشياء الإيجابية التي يمكن أن يستفيد منها الحدث كذات فاعلة في المجتمع.

وإن تمثيلات المربين بصفة عامة حول طبيعة الجرح المرتكبة هي تمثيلات نابعة بالأساس من احتكاكهم الدائم بمختلف شرائح هذه الفئة إضافة إلى المعلومات التي يتم استيقاؤها من مختلف المراجعات: كملفات الأحداث والأسر، ومن خلال النتائج التي تم التوصل إليها يمكن فهم تمثيلات المربين حسب العوامل التالية:

- أغلب الجرح المرتكبة من طرف الأحداث الجانحين بسيطة.
- قساوة القضاة في اتخاذ التدابير.
- تقليص دور "الجماعة" الذي كان يتمثل سابقا في لعب الصلح بين الأطراف المتنازعة.

16.2. الوعي بالجنحة المرتكبة

جدول 2 يبين تمثيل المربي عن وعي الحدث بالجنحة المرتكبة

عناصره	التكرارات	النسبة %	بعض العبارات الدالة	الوعي بالجنحة
نعم	14	70 %	"اغلبهم واعون بالفعل المرتكب"	الوعي بالجنحة
لا	6	30 %	"فيهم اللي باقي مفهامشعلاش جهنا"	
المجموع	20	100 %		

يلاحظ من خلال نتائج الجدول أعلاه أن تمثيلات المربين للأحداث الجانحين على مستوى الوعي بالجنحة المرتكبة فقد أجاب 14 مربيين "بنعم" بنسبة تقدر بـ 70 % ، بينما أجاب 6 مربيين بـ "لا" بأنه ليس للأحداث وعي بالجنح المرتكبة بنسبة تقدر بـ 30 %.

لوحظ من خلال التحليل أن تمثيلات المربيين للأحداث الجانحين على مستوى وعيهم بالجنح المرتكبة فإن النتائج المحصل عليها تبين أن جل المربيين لهم تمثيل صحيح ويعزى ذلك إلى:

إن أغلب الأحداث الجانحين المتواجدين بالمراكز فئة تتراوح أعمارهم ما بين 12 – 18 سنة بمعنى أنهم في طور نضج على مختلف المستويات.

17. تمثيل المربين للأحداث الجانحين مستوى القابلية للإصلاح

تم جمع المعطيات من خلال تحليل المقابلات التي تم تطبيقها على المربين، وذلك عن تمثيل قابلية الأحداث للإصلاح التربوي، وكذلك مدى تعلم الأحداث للحرف والصنع، وكانت النتائج كما يلي:

17.1. الإصلاح التربوي

جدول 3 يبين قابلية الحدث للإصلاح التربوي حسب رأي المربي

المجال	التكرارات	النسبة	بعض العبارات الدالة	القابلية للإصلاح
نعم	6	30 %	"كاين اللي فيه الضوء"	القابلية للإصلاح
لا	14	70 %	"روسهم قاسحين"	
المجموع	20	100%		

يتبين من خلال الجدول أعلاه، أن 6 مربيين أجابوا " بنعم " لكونهم يتمثلون الأحداث الجانحين لهم قابلية الإصلاح، بنسبة 30% بينما عبر 14 مربيين بـ "لا" باعتبار أنهم يتمثلون الأحداث الجانحين بصعوبة إصلاحهم تربويا بنسبة تقدر بـ 70 %.

بينت نتائج هذه الدراسة أن أغلب المربين يتمثلون الأحداث الجانحين بأنهم فئة يصعب إصلاحها ويعزى هذا التفسير إلى العوامل التالية:

- إن التكوين الذي تلقاه أغلب المربين بمختلف المعاهد لا يتناسب مع خصوصية الفئة التي تتراوح أعمارها ما بين 16 و 18.
- أغلب الأحداث الجانحين الموجودين بالمراكز فئة يتراوح سنهم ما بين 16 و 18 سنة.
- صعوبة التعامل مع فئة المراهقين، وما لهذه المرحلة من خصوصيات.

17.2. تعلم الحرفة أو "الصناعة"

جدول 4 يبين تمثيل المربي عن مدى تعلم الحدث الجانح للحرفة

	المجال	عناصره	التكرارات	النسبة %	بعض العبارات الدالة
	قابلية تعلم الحرفة	يمكن	8	40 %	"كأن فيهم اللي باغي يتعلم"
		لا يمكن	12	60 %	"أغلبهم باغين غي يخرجوا من المركز"
	المجموع		20	100%	

يلاحظ من خلال الجدول أعلاه، أن 12 مربيا يمثلون الأحداث الجانحين بعدم إمكانية تعلم حرفة أو صناعة بالمركز بنسبة تقدم ب 60 % ، بينما يرى 8 مربين أن للأحداث الجانحين إمكانية تعلم حرفة ما بالمركز بنسبة تقدر 40%.

تمثل المربين لمدى قابلية الأحداث للتعليم فالنتائج أبانت عن وجود صعوبات كبيرة تعترض استفادة الحدث من مختلف الاوراش الموجودة بالمركز ويمكن تفسيرها وتحليلها بما يلي:

- مختلف الاوراش لا تتناسب مع حاجات ومنتظرات الأحداث الجانحين.
- مقاومة الأحداث الجانحين العمل بمختلف الاوراش.
- الرغبة الدائمة في الفرار وانتظار الحكم النهائي للمحكمة.

18. تمثيل المربين للأحداث الجانحين على مستوى السلوك

تم جمع المعطيات من خلال تحليل المقابلات التي تم تطبيقها على المربين، وذلك عن رأي المربين في امتثال الأحداث للأوامر، وكذلك وسلوكهم داخل مراكز حماية الطفولة، وكانت النتائج كما يلي:

18.1. الامتثال

جدول 5 يبين مدى امتثال الحدث الجانح لأوامر المربي

	المجال	عناصره	التكرارات	النسبة %	العبارات الدالة
	الامتثال	نعم	12	60 %	"النهار اللولاي موت المش"
		لا	8	40 %	"كبيغيويتينو ذاتهم"
	المجموع		20	100%	

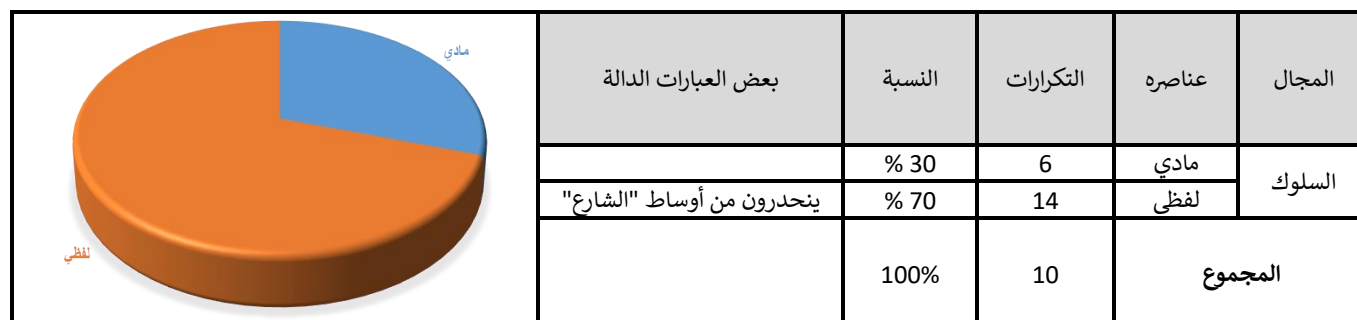
من خلال هذا الجدول يتبين أن 12 مربيا يمثلون الأحداث الجانحين بإمكانية امتثالهم لقرارات المربي، بينما عبر 8 مربين صعوبة امتثال الأحداث الجانحين لقرارات المربي بنسبة تقدر ب 40 %.

لقد كشفت الدراسة عن أمور تبدو في الظاهر بأنها بسيطة لكنها باطنها يظهر ما لم يظهر ظاهرها، فنتائج الدراسة بينت أن تمثيل المربين للامتثال الأحداث لقراراتهم هي مرتبطة بمجموعة من العوامل:

- نجاعة أسلوب التهيب في إخضاع الأحداث الجانحين لقرارات المربي.
- وعي الأحداث الجانحين بأنه لا مفر من ضرورة الخضوع لقرارات المربي.

18.2. العنف

جدول 6 يبين تمثيل المربي عن سلوك الحدث الجانح



يلاحظ من خلال الجدول أعلاه، أن 14 مربيا يتمثلون الأحداث الجانحين، على مستوى "السلوك" بأن سلوكهم اللفظي يقدر بنسبة 70 %، بينما عبر 6 مربين بأن سلوك الأحداث المتواجدين بالمركز هو سلوك "مادي" بالدرجة الأولى بنسبة تقدر ب 30 %.

تمثل المربي لسلوكات الأحداث الجانحين بالمركز فإن الدراسة كشفت عن وجود سلوكات لفظية لدى الأحداث الجانحين، ويمكن تحليل هذه المعطيات وتفسيرها بما يلي:

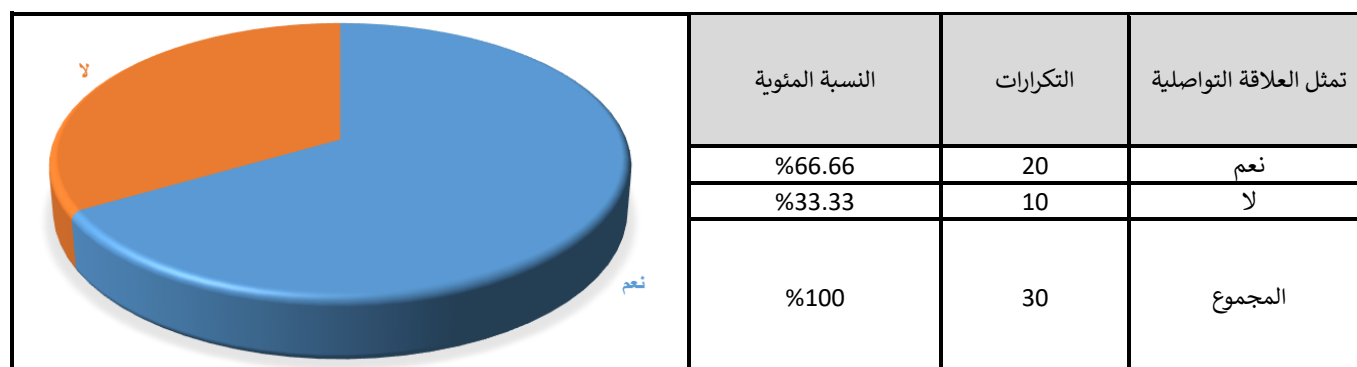
- أغلب الأحداث الجانحين ينحدرون من أوساط اجتماعية ذات مستوى ثقافي ضعيف.
- معظم الأحداث الجانحين تمرسوا على مثل هذه السلوكات.

من خلال نتائج البحث الميداني يتبين أن التمثلات السلبية /الخاطئة تؤثر حتما على العلاقة التواصلية. إذ يعتبر التمثل السلبي عائقا كبيرا أمام العلاقة التواصلية التي في غالب الأحيان ستظهر مجموعة من الصراعات والتنافرات الاجتماعية.

19. تمثلالعلاقة التواصلية للمربين عند الأحداث الجانحين

تم جمع المعطيات من خلال تحليل المقابلات التي تم تطبيقها على الأحداث، وذلك عن تصوراتهم حول العلاقة التواصلية بهم مع مربيهم، وكانت النتائج كما يلي:

جدول 7 يبين تمثيل تواصل المربي مع الاحداث الجانحين



من خلال الجدول أعلاه، يتبين أن تمثيل المربين على المستوى التواصل "عند الأحداث الجانحين هو تمثيل سلبي، فقد عبر 20 حدثا جانحا على أن المربين لا يتواصلون معهم بشكل جيد بنسبة 66.66 % بينما عبروا 10 أحداث جانحين على أن المربين يتواصلون معهم بشكل جيد.

20. مناقشة نتائج الدراسة

إن نتائج الدراسة تبين بشكل أو بآخر نمط التمثلات السائدة عند المربين المتواجدين بمراكز الطفولة، إذ من خلال هذه التمثلات نستشف أثرها على سيرورة العملية التربوية باعتبارها أن الفئة المتعامل معها فئة ذات حاجات خاصة تنحدر من أوساط اجتماعية وثقافية ضعيفة، فهذه المعطيات ما هي إلا تحصيل حاصل، فالكشف عنها لا يتطلب نشاط عقلي، بل إن توفرها وتواجدها ما هو إلا محدد أولي لفهم سيرورة تمثيلات المربين للأحداث الجانحين.

أما فيما يخص القابلية الأحداث الإصلاح والتربية فإن المعطيات التي أفرزتها الدراسة، تعكس بوضوح الصعوبات التي تعترض القيام بعمل تربوي هادف يمكن الأحداث الجانحين من الانخراط فيه، وتقبله، والاستفادة منه على جميع المستويات، لكن هذه التمثلات تظل مرتبطة بالآخر، فعلى هذا المستوى كشفت دراستها أن تمثلات المربين هي تمثلات سلبية خاطئة بالرغم من احتكاكهم الدائم بالأحداث.

من هذا المنطلق وعلى هذا الأساس فدور المربي لا ينحصر في إعداد نشاط تربوي ما، بل على العكس من ذلك، فترغيب وتحبيب النشاط بطرائق بيداغوجية علمية كفيلة للكشف عن مستواها، وعن النتائج المرجوة منها إزاء هذه العملية، بينما تظل تمثلات المربين فكريا موصومة بمجموعة من العوامل التي تفسر هذه المعطى، فجل هذه التصورات تظل صورا نمطية لا تحمل في مضمونها صفة التمثل الصحيح للأحداث، باعتبار هذه الفئة لها مجموعة من القدرات والإمكانات التي يمكن صقلها والاستفادة منها في معرفة خصوصيات كل فرد بالمركز.

إن هذا التصور السطحي الناتج عن وجود صور نمطية للمربي لا يمكن في أي حال من الأحوال خدمة كيفية تدبير النشاطات التربوية وتفعيلها والاستفادة منها في تلقين بعض الخصوصيات التي يمكن ترسيخها انطلاقا من مبدأ التفاعل الذي يجمع بين مكونات التمثل، مادام دوره هو القيام بدور الوسيط Médiateur في التفاعلات التي تتم على مستوى التفاعل بين الأفراد أو الجماعات، وبالتالي فإن هذا المعطى سيجعل المربي قادرا على التكيف والتواصل مع جماعته مما سيؤدي إلى تكوين صورة حقيقية بعيدة عن كل التعميمات، لكن شريطة الإلمام بكل قدرات ونشاطات الأحداث الجانحين.

إن خصوصية تمثلات المربين تجعل المهمة التربوية تعرف بعض الصعوبات سواء على مستوى التواصل الذي يتضمن في جوهره الأسس التالية.

بالنسبة المرسل (المربي) فهو ينظر إلى التواصل على النحو التالي:

- **الإعلام:** بنقل المعلومات والخبرات والأفكار إلى الآخرين، بهدف تنويرهم ورفع مستوياتهم العلمية والمعرفية والفكرية، وتكثيف مواقفهم إزاء الأحداث والظروف الاجتماعية وتحقيق تجاوبهم مع الاتجاهات الجديدة، وإكسابهم المهارات المطلوبة التي تساعد في حياتهم الشخصية والوظيفية.
- **التعلم:** أي تدريب وتطوير الأحداث الجانحين عن طريق تزويدهم بالمعلومات والمهارات التي تؤهلهم للقيام بوظيفة معينة، وتطوير إمكاناتهم العلمية والعملية وفق ما تتطلبه ظروفهم الوظيفية.
- **الترفيه:** أن دور الاتصال يتمثل في الترويج عن الأحداث الجانحين بتخفيف أعباء الحياة اليومية ومتاعبها، وذلك من خلال إعداد برامج ترفيهية التي من شأنها الترويج عن نفوسهم من خلال برامج فنية متعددة وجذابة تستهوي خصوصيات الأحداث الجانحين.
- **الإقناع:** المقصود من هذه العملية إحداث التحولات أو التغيرات المطلوبة من طرف المربي حول أفكار معينة تساعد الأحداث الجانحين على إدلاء بوجهات نظرهم.

أما المستقبل "الأحداث الجانحون" فإنهم ينظرون إلى أهمية الاتصال من الجوانب التالية:

1. فهم ما يحيط بهم من ظواهر وأحداث.
2. تعلم مهارات وخبرات جديدة.
3. الشعور بالراحة والمتعة والتسلية.
4. الحصول على المعلومات الجديدة التي تساعد في اتخاذ القرار والتصرف بشكل مقبول اجتماعيا.

عموما يمكن القول بأن تمثلات المربين هي مجموعة من العمليات الذهنية تستمد من الواقع أي من خلال احتكاك المربين بمختلف الأحداث الجانحين المتواجدين بالمركز ومن خلال المعلومات التي يتضمنها ملف الحدث أو من خلال مجموعة من الخبرات التي تجتمع لديه أو عن طريق العلاقات التي يربطها بهذه الفئة، فهذه الدراسة كشفت الشكل العام الذي يتم من خلاله فهم "الأحداث الجانحين"، وفق سيروية ذهنية يرتبط فيها ما هو نفسي بما هو اجتماعي.

خاتمة

إن التمثلات السلبية الخاطئة تؤثر حتما على العلاقة البيداغوجية والتواصل وعلى سلوكيات وتصرفات كل من الأحداث الجانحين والمربي، وإذا أهملت فإن النتيجة المتوخاة من فعل التواصل لن تحقق مآربها، بل على العكس من ذلك ستظهر صراعات وتنافرات بين المربي والأحداث الجانحين، مما قد يجعل من الأنشطة التربوية حصة جوفاء يقضي فيها المربي وقته محاولا التحكم والسيطرة على مجريات الأمور، من أجل خلق مناخ تربوي يمكنه على الأقل من إبلاغ رسالته التربوية دون انتظار رد الجواب من الحدث، الشيء الذي سيعرقل تقدم هذا الأخير في مسيرته التكوينية.

إن الحدث الجانح أثناء وجوده بمركز حماية الطفولة يظل يتربص نمطا من المعاملات من طرف المربي، ومن هنا يمكن استنتاج أن المربي ملزم، بتوظيف تمثلات الأحداث الجانحين حتى يبقى قريبا من عالم معرفته، ثم يصحح ما وجب تغييره منها، ولكي ترقى الأنشطة التربوية عند الأحداث الجانحين إلى مستوى أفضل فعلى المربي في هذه الوضعية أن يكون أشد الحرص في تقديم هذه الوضعيات التي يجب أن تراعي قدرات الحدث وتمثلاته حتى ترقى العلاقات التفاعلية بينهما، ويمر التبار بينهما أثناء عملية التواصل في أحسن الظروف.

إذا يمكن القول إنه من الضروري توظيف تمثلات الأحداث الجانحين في عملية التواصل من أجل ضبط مسار الأنشطة التربوية، واقتراح وضعيات جديدة تتوافق مع المرجعية المعرفية والعمليات الذهنية للحدث، لأن هذه التمثلات تشكل عنصرا مهما شأنها شأن الخطأ الذي يعتبر نقطة الانطلاق نحو المعرفة الصحيحة. ومن هنا فإن عملية التواصل البيداغوجي تكتسي أهمية بالغة وكبيرة في تجويد المناخ التربوي، بخلق ظروف التفاهم والمحبة.

من هذا المنطلق وعلى هذا الأساس وجب التذكير بدور الجانب الوجداني بحصول تفاعل وتعلم لدى الأحداث الجانحين، فكثيرا ما نجد أحداثا جانحين ذوي قدرات وكفاءات متطورة، لكنها مع الأسف لا تستغل بشكل ايجابي.

REFERENCES

المراجع

- [1] Jodelet, Denise. "Représentation sociale: phénomène, concept et théorie. Psychologie sociale." *Puf, Paris*, 1984.
- [2] Farr, R., Les représentations sociales, in S. Moscovici (éd.), *Psychologie sociale*, Paris, PUF, 1984.
- [3] Piaget, J. "La représentation du monde chez l'enfant". Presses universitaires de France, 2018.
- [4] Moscovici, Serge. "Des représentations collectives aux représentations sociales: éléments pour une histoire." *Les représentations sociales* 5, 79-103.1989.
- [5] Moscovici, Serge. *La psychanalyse, son image et son public*. Presses universitaires de France, 2015.
- [6] Fischer, Gustave-Nicolas. *Les concepts fondamentaux de la psychologie sociale-6e éd.* Dunod, P.117, 2020.
- [7] أوزي، أحمد (2006)، "المعجم الموسوعي لعلوم التربية"، ط1، مطبعة النجاح الجديدة، الدار البيضاء، المغرب.
- [8] إوزي، أحمد (1988)، "الطفل والمجتمع" دراسة نفسية اجتماعية لصورة الطفل المغربي من خلال الرواية"، ط1، مطبعة النجاح الجديدة، الدار البيضاء، المغرب.
- [9] Herzlich, Claudine. *Santé et maladie. Analyse d'une représentation sociale*. Vol. 5. Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2019.
- [10] دراج، علي (2002) "تمثيلات المعلمين والمعلمات لمهمة التدريس في الوسط القروي وعلاقتها باندماجهم الاجتماعي"، بحث لنيل دبلوم الدراسات العليا في علوم التربية، جامعة محمد الخامس، الرباط، المغرب.
- [11] الهكار، فتيحة (2001)، "تمثيلات التلاميذ للفلسفة، مجلة علوم التربية، ع20، مارس، الرباط، ص: 25-35.
- [12] عبد الله، محمد قاسم (2003)، سيكولوجية الذاكرة، عالم المعرفة، الكويت، عدد 209.
- [13] Nicolas, S., & Ferrand, L. La psychologie cognitive d'Alfred Binet. *L'Année psychologique*, 111(1), 87-116, 2011.
- [14] بلحاج، عبد الكريم (2005)، "علم النفس المعرفي"، قضايا النشأة والمفهوم، مجلة فكر ونقد، العدد 68، المغرب، ص: 48-60.
- [15] بلحاج، عبد الكريم (2005)، "التمثل الاجتماعي سيروية لإدراك الواقع وبنائه"، منشورات كلية الآداب، الرباط، ص: 11-12.
- [16] Allday, R. Allan, and Kerri Pakurar. "Effects of teacher greetings on student on-task behavior." *Journal of applied behavior analysis* 40, no. 2, 317-320, 2007.
- [17] Admiraal, W., Veldman, I., Mainhard, T. and van Tartwijk, J.,. A typology of veteran teachers' job satisfaction: Their relationships with their students and the nature of their work. *Social Psychology of Education*, 22(2), pp.337-355, 2019.
- [18] Tilga, H., Hein, V. and Koka, A.,. Effects of a Web-Based Intervention for PE Teachers on Students' Perceptions of Teacher Behaviors, Psychological Needs, and Intrinsic Motivation. *Perceptual and motor skills*, 126(3), pp.559-580, 2019.
- [19] Fustier, Paul. *L'identité de l'éducateur spécialisé*. Dunod, 2020.
- [20] بنيوب، احمد شوقي (2006): "دليل حول عدالة الأحداث الجانحين"، ط1، إصدارات قانونية، يوليوز، الرباط، المغرب.
- [21] أوزي، أحمد (2016)، منهجية البحث وتحليل المضمون، ط2، مطبعة النجاح الجديدة، الدار البيضاء، المغرب.

الموسيقى زمن الكورونا

[Music in Covid time]

Ridha Mahfoudhi

Assistant Professor, Higher Institute of Arts and Crafts of Gafsa, Tunisia

Copyright © 2021 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 this article we will understand the interaction of music with its environment during a pandemic through three axes. The first axis studies the understanding from a philosophical, ontological and psychological, the effectiveness of music in the realization of our humanity in times of crises, the second axis is articulated at the level of the assimilation of music in an economic framework and the third axis supports music as a healing tool.

KEYWORDS: musicology, confinement, distancing, philosophy, psychology.

ملخص: يتناول مقالنا ضمن فهم تفاعل الموسيقى في ظل ظرفا عالميا فرض فيه التباعد الاجتماعي أفضل وسيلة ناجعة لكبح ما يعبر عنه بفيروس كورونا. فأصبح مصطلح «الحجر الصحي» في طلائع المصطلحات الأكثر تداولاً، حيث استأثر نصيب الأسد في تواصلنا وفي وصلاتنا الغنائية. فإن كانت هذه الجائحة تحمل في ظاهرها حالة بيولوجية عضوية، فإننا لا يمكن فصلها ضمن مختبرات العلوم الإنسانية التي ما فتئت وكل حسب اختصاصه في فهم هذا الوباء الذي اختار الجسد حاضنته، وفي تفاعل هذا الجسد داخل المجتمع. فهناك ما يشير كما ذهب الباحث أحمد خوجة أن هناك «حالة من التوافق بين الجسد وبين الثقافة التي يتحرك ويتفاعل ويتطور ضمن أعرافها هذا الجسد السوي أو غير السوي، المنتشي أو بالعكس المتألم الجريح أو المحتضر وبين المجتمع الذي يحتضن هذه التفاعلات وأحيانا يتأثر بها ليشهد تحولات وتغيرات لا مفر منها». فان تحدثت الرواية على لسان غابريال غارسيل ماركيز عن «الحب في زمن الكوليرا»، وتحدثت الفلسفة على لسان الير كامو عن ماهية القدر والوضعية الإنسانية في «زمن الطاعون»، فكيف ستتحدث الموزيكولوجيا في خطابا يعد نوعيا عن الموسيقى في «زمن الكورونا»؟ حتى تكون قرائنا منهجية وموضوعية فانه ليس من المنصف أن نتحدث على الموسيقى من داخل الأزمة. لكن من الدواعي التي جعلتنا إلى حد ما نتقصى على مدى تفاعل الموسيقى مع هذه الجائحة، ربما يعود بالأساس لفهم تفاعل الموسيقى زمن جائحة «الكورونا» والتي سنحاول من خلالها تفكيك علاقة الموسيقى التي هي بالأساس خطابا مبهما مع هذه الظاهرة الوبائية. رغم قتامة المشهد فإن التاريخ سيسجل أن العالم قد تكلم موسيقى في فترة ما وفي لحظة ما، ليقول «لغة» صوتية ما، ليست ككل اللغات، وفكرة لحنية ليست ككل الأفكار، قدمت في شكل مشاهد حقيقية ليست ككل المشاهد. فنحن إذن إزاء محاكاة لأزمة اتخذت منها الموسيقى مجالا لمحاولة تشكيل مشهد فرض فيه التباعد أهم مخرجا لهذه العزلة التي ما من معز لها إلا الأمل.

فكيف تشكل هذا المشهد في ظل هذا التباعد؟

فما حاجة الإنسان في هذا الظرف للموسيقى؟

هل هو هروب من المجهول أم هو بدافع غريزة الحياة عبر التشبث ببصيص يحمل في طياته غدا أفضل؟

هي تساؤلات ستمتدح في الإجابة عنها تفاعلات موسيقولوجية لعلنا ندرك من خلالها أهمية هذا الخطاب في التعامل مع أحلك الأزمات.

كلمات دلالية: موسيقى، فيروس كورونا، زمن، أزمة.

1. مقدمة

ذكرنا سالفا أن دراستنا لا تنضج إلا إذا تخطينا عتبة الأزمة كذلك الحال للدراسات العلمية التي لا تعطي حقائق نهائية وثابتة بخصوص هذا الوباء بل تصل إلى حد التضارب. سنتطرق في المقال إلى فهم مدى تفاعل الموسيقى مع محيطها زمن الجائحة، وذلك على محاور ثلاثة. في المحور الأول سنحاول أن نفهم من زاوية فلسفية انطولوجية سيكولوجية مدى جدوى الموسيقى في تحقيق إنسانيتنا زمن الأزمات، أما المحور الثاني فيتناول ضمن فهم الموسيقى في إطارها الاقتصادي في هذا الظرف والمحور الثالث فيتناول الموسيقى كأداة للعلاج. تتداخل أحيانا هذه المحاور في مجملها لتنتج تفاعلات موسيقولوجية لتبين أن الموسيقى خطاب متعدد التفرعات حيث لا يختمر إلا ضمن خيمرة المعرفة.

2. جسد المقال

في هذا الظرف هيمنت فكرة الخوف التي مثلت الهاجس الذي أريك الإنسان حيث يقف عاجزا حيال غدا غامضا، فكانت فكرة ردع الخوف هي السبيل الأمثل لتحقيق الطمأنينة. ففي كل منعطف تاريخي، أسست الأزمات فيه مقولات وسرديات وجماليات جديدة تحددت ملامحها في التجديد وفي البحث عن سبل أخرى للخروج من كل ما هو نمطي لان الحاجة كما يقال هي أم الاختراع.

ولكن هذا الفيروس دفعنا دفعا للعزلة التي ما فتئت ترتبط أحيانا بالجمال والإبداع وبالصحة العقلية وبالأنحياز على القطيع. ولعل هذا ما يؤكد الباحث أنجيلو كارانفا في ماهية العزلة، فهي ملهمة

لحاسة الجمال حيث يترجمها في "العلاقة التبادلية بين العواطف والفكر، بين الفعل والتأمل" (Caranfa, 2007, p. 113). كما يربطها بتحقيق إنسانيتنا من خلال إشارته إلى أن "فلاسفة غربيين آخرين أمثال أفلاطون وسقراط، يؤمنون بأن الخير المطلق وحتى الجمال المطلق ليسا إلا نتيجتين للعزلة وهما مخلوقان منها وليس موجودين فيها" (Caranfa, 2007, p. 115). فهل دفعت العزلة بالفرد في فضاء مغلق مجده جاستون باشلار في كتابه "جماليات المكان" إلى الإبداع؟ حيث يقر، بأن "الفضاء يدعو إلى الفعل، وقبل الفعل يكون الخيال مشغولا" (Bachelard, 1964, p. 12). فالإنسان ميلا في طبعه إلى ملئ الصمت وتخصيبه حتى يتسنى له تأثيث الفضاء، في زمن تعطلت فيه حركة الساعة ودقت فيه طبول الفن لتعلن عن زمن مواز لوقت تجلدت كينونته الحسية. ف"بيتهوفن" حين وجد نفسه أصم، كانت الموسيقى الحافز الذي ملئ عزله و"رياض السنباطي" أثر العزلة والبعد عن الأضواء مما جعل منه أكبر الملحنين تميزا وإبداعا. كذلك الكندي "غلين غولد" إذ لم يكن أكثر إبداعا إلا في عزله حيث قطع غولد علاقته بالعزف للجمهور منذ 1964 واقتصر على العزف في الأستوديو وحده، وقد كان يختلي بنفسه مع آلة البيانو، أين يجد حريته في التأويل والتفسير. فالإبداع يكمن عنده حين تكون قطيعة بين المتلقي والفنان فلم "يعتقد أن الأشكال الأخرى لتلقي الموسيقى، الكلاسيكية تحديدا، كانت أكثر قدرة على خلق علاقة متينة بين المتلقي والفنان، إذ لا يرى أن "طقسية" الحدث الفني والبعد الجماعي له، قادران على إشراك المتلقي بالعملية الفنية، بل على النقيض من ذلك، كلما زاد عدد المشاركين في فعالية فنية ما، يضاف مزيد من الضبابية والمجهولية على المتلقي الفردي. بهذا، يتحول الأداء الحي إلى آخر ميت، ما دام لن يسمح للمتلقى بإعادة إرسال ما أرسل إليه أصلا، ذلك أن هذا الأخير كان قد دفع مبلغا من المال لقاء سماع ما يريد الفنان قوله، ولكن العكس لم يحصل. وفي تأكيد وترسيخ لثنائية المتلقي/ الفنان التي يدعي الأداء الحي تفتيتها. كما لم ير "غولد" في النظرية الشائعة حول "هالة" العمل الفني، التي تخلقها التفاعلات المتبادلة بين المتلقي والفنان، إلا نوعا من "الأسطرة" للأداء الحي" (الرواس، 2019).

فان تحدثنا عن العزلة من زاوية الإبداع فكيف تفاعلت المجموعة في زمن فرض فيه وباء كورونا التباعد والانزواء؟

تحت وطأة جائحة "كورونا"، شاهدنا تحولا في شكل العلاقة بين المنتج والمستهلك للمادة الموسيقية تتضح من خلال ما يشهده العالم الافتراضي من زخم أدائي لعروض فنية متنوعة على المنصات الرقمية وخصوصا على الوسائل التواصل الاجتماعي. وقد نرى عروضاً مكثفة سواء لمجموعات أو أفراد ممن لهم القدرة على الأداء وإبراز مواهبهم بشكل أفضل مما كانت عليه قبل الجائحة. فأكثس هذا البديل دور المسارح والفضاءات الخاصة للعروض الفنية ووسائل الإعلام مما يعد ضريا لدور المؤسساتي أو الحكومي الذي يخضع لمنطق السوق والتجارة ويكرس مبدأ سياسة ثقافية واقتصادية موجهة. فإن غابت الفضاءات المؤهلة للعروض الموسيقية، فقد تشكل فضاء رقميا فصح فيه المجال للعالم أن يتنفس موسيقى. في هذا المجال الرقمي أدلى كل بدوله وبشكل عفويا ليقول موسيقى في ظرفا تعطلت فيه حركة الاحتفالات والمبيعات.

لقد وقفت الموسيقى معلتنا الفرح فاصبحنا نشاهد في ظل حجر الصحي الناس من على شرفات منازلهم تغني وتعزف موسيقى. هكذا أمسى كل واحد عن قصد أو غير قصد فنانا، فخرجت في أنحاء أوروبا موسيقى بيتهوفن وموزارت وفيفالدي وباخ من قاعات الأوبرا إلى الساحات والشوارع لتبعث الأمل بين الناس، وامتدت هذه الظاهرة في أنحاء العالم وفرض التباعد تنظيم حفلات جماعية من خلال منصات رقمية حيث كل عازف ومغني يؤدي وظيفته من منزله بشكل متناعم مع المجموعة. فتشكلت فيديوهات على شائكة فيسيفساء نشاهدها على صفحات التواصل الاجتماعي وعلى "اليوتيوب". في سياق آخر ومن خلال المنصات الرقمية، أصبحت تقام الحفلات لأغراض إنسانية وقد "أعلنت مغنية البوب الأميركية ليدى جاجا عن بث تلفزيوني موسيقى عالمي يشارك فيه بول مكارتني وليزو وبيلي إيليش وآخرون؛ لدعم العاملين في الرعاية الصحية الذين يتصدون لتفشى فيروس كورونا المستجد عالميا" (الجزيرة-رويتز، 2020). كما شاهدنا تجارب أخرى من بينها مبادرة «مننا لأجلكم»، أطلقتها الأوركسترا الوطنية الهولندية، وتقوم على تقديم حفل موسيقى افتراضي عبر مواقع التواصل الاجتماعي، شارك فيه تسعة عشرة عازفا، قدموا مقطوعات للموسيقار الألماني الشهير لودفيغ فان بيتهوفن، من بينها السيمفونية التاسعة، ونشيد الفرح ... (سلمان، 2020).

هل يمكن أن نتطلع لعلاقة جديدة في هذا الظرف بين المنتج والمستهلك؟ هل نضربوا إلى تحرير الفنون من العالم المادي والتحرر من رأسمة كل المجالات الحياتية لتحقيق عيشا كريما يحفظ للإنسان منجزاته الأخلاقية والجمالية؟

لقد تجاوزت الموسيقى الخطاب الروحي الجمالي لتعلن أيضا إمكانية التعامل بيولوجيا مع جائحة كورونا فأصبحنا نتحدث على إمكانية معالجة الفيروس بالموسيقى. فكيف ذلك؟

"في بداية الثمانيات بدأ معهد «MIT» في ولاية ماساتشوستس الأمريكية بالعمل على التحقيق بين أي بيانات وبين الأصوات الموسيقية المجسدة لها والاستفادة من تلك البيانات وتحليلها، وسميت هذه العملية "الصوتية" أو ما يعبر عنه باللغة الفرنسية «Sonification»"

لفهم هذا المبدأ، سنحاول أن نفهم كيفية الاستفادة من الموسيقى لتحديد الأحماض الامينية المسؤولة عن التصاق الفيروس بشكل أفضل، مما يسمح بتطوير أجسام مضادة للفيروس وتشكيل أدوية تغير من بناء مستقبلات الفيروس في الجسم لتغيير وضعها بحيث لا يتمكن الفيروس من الالتصاق بالخلية المستقبلية للجهاز التنفسي. لمزيد فهم هذه العملية فقد تطرقنا لفيديو بث عبر التواصل الاجتماعي للدكتور والباحث في الموسيقى العربية سعد الله أغا القلعة عبر صفحته الخاصة ضمن مشروعه الذي أطلق عليه "موسوعة كتاب الأغاني الثاني" (أغا القلعة، 2020). في هذا الفيديو بين الدكتور سعد الله أغا أنه يمكن ترجمة الحمض الأميني (المشكلة للفيروسات) إلى بصمة موسيقية تميزه من خلال اهتزازاته وذلك باستعمال تقنية الذكاء الاصطناعي. عند التصاق الفيروس مع الخلية المستقبلية للجهاز التنفسي للإنسان، تحدث أصوات خاصة يقع تمثيلها عبر تقنية صوتية تضم أصوات أجراس وأوتار ومزامير شاركت في تجسيد الجوانب المختلفة للبروتين وتختلف نوعية الأصوات لمرحلة ما قبل الالتصاق ولحظة الالتصاق ولما بعد الالتصاق الفيروس مما يمكننا من تحليل الأصوات وتحديد موقع التصاق الفيروس بالمستقبلات وبالتالي تحديد علاج دقيق وفعال. إضافة لدورها في التعامل بيولوجيا مع جائحة كورونا فإن للموسيقى دورا جوهريا كمحفز بسيكولوجي لمواجهة التداعيات النفسية التي خلفها هذا الفيروس ولقد تجلى ذلك من خلال ما ذكرناه سافا. فالموسيقى كانت ولا تزال مسكنا روحيا لتراجيديا الإنسان عبر التاريخ، فقد

كانت في وقت ما أشبه بتعزية للشعب الألماني عمّا سَمَّاه كارل ماركس "البؤس الألماني" وذلك لقادر تها على ترويض الخوف من العبثية التي تحكم الوجود. لهذا اعتبرها الفيلسوف نيتشه وسيلة للخلاص.

3. الخاتمة

في كل مفصل تاريخي مأساوي كانت الكتابة تنغمس في إعادة النظر في شكلها وفي مطارحاتها في محاولة لفهم غموض المأساة وما تحمله معها من ترسبات وتداعيات. ونحن زمن الكورونا، فإن الموسيقى سعت لتعبر عن ذاتها بشكل ليس كما عهدناه، حيث لعبت الحلول التكنولوجية عاملاً مهماً في ظهور حلول مبتكرة، من خلال وسائل التواصل الاجتماعي مما غير في شكل علاقة الموسيقى بالفرد والمجموعة من خلال تمظهراتها الاجتماعية والاقتصادية والعلمية. فتبت أن الفن ليس تحدياً، ولا مناسبة اجتماعية لاستعراض العضلات من أي نوع كانت. وليس مجالاً للمنافسة التي تفيض بها العروض الحية بشكل خاص. لقد كان حضور الموسيقى ملفتاً للأنظار وهيمن ربما على الخطابات الأخرى فالعالم في هذه الجائحة، لم يتحدث مسرحاً ولا رسماً وإنما تحدث أساساً موسيقى. نحن اليوم وتحت وطأة هذه الجائحة، وفي ظل هذا الحُجر الذي ألزم الإنسان في "جُحره"، فمؤكد أن أسئلة جديدة ستطرح غداً أمام الفلسفة والطب والآداب والشعر والسياسة والاقتصاد والدين والفن والأخلاق والقانون، وأنها ستكون شاهداً على العصر وستدخل الكتابة منطقة جديدة لمساءلة الطبيعة والعالم والإنسان.

المراجع العربية

- خواجه (أحمد): "ممارسات وتصوّرات للمرض في المجتمع التونسي المعاصر"، الثقافة الشعبية، العدد 11، البحرين، 2020.
<https://www.folkculturebh.org/ar/?issue=11&page=showarticle&id=72>
- الرّؤاس (لينا): "غلين غولد... عازف البيانو الذي ظهر كسلسلة من الجبال"، صحيفة القدس العربي، لندن، 2019.
<https://www.alaraby.co.uk/%D8%BA%D9%84%D9%8A%D9%86%D8%BA%D9%88%D9%84%D8%AF%D8%B9%D8%A7%D8%B2%D9%81%D8%A7%D9%84%D8%A8%D9%8A%D8%A7%D9%86%D9%88%D8%A7%D9%84%D8%B0%D9%8A%D8%B8%D9%87%D8%B1%D9%83%D8%B3%D9%84%D8%B3%D9%84%D8%A9-%D9%85%D9%86-%D8%A7%D9%84%D8%AC%D8%A8%D8%A7%D9%84>
- رويترز الجزيرة: "برعاية ليدي جاجا.. حفل موسيقي مليء بالنجوم لمساعدة محاربي كورونا"، موقع الكتروني، 2020.
<https://www.aljazeera.net/news/miscellaneous/2020/4/7/%D9%84%D9%8A%D8%AF%D9%8A-%D8%AC%D8%A7%D8%AC%D8%A7-%D8%AA%D8%B9%D9%84%D9%86-%D8%B9%D9%86-%D8%A8%D8%AB-%D9%85%D9%88%D8%B3%D9%8A%D9%82%D9%8A-%D8%B2%D8%A7%D8%AE%D8%B1>
- سلمان(حسن): "باحثون: توقّفوا عن إحصاء الضحايا وحاربوا كورونا بالموسيقى!"، تونس-القدس العربي، 2020.
<https://www.alquds.co.uk/%D8%A8%D8%A7%D8%AD%D8%AB%D9%88%D9%86-%D8%AA%D9%88%D9%82%D9%91%D9%81%D9%88%D8%A7-%D8%B9%D9%86-%D8%A5%D8%AD%D8%B5%D8%A7%D8%A1-%D8%A7%D9%84%D8%B6%D8%AD%D8%A7%D9%8A%D8%A7-%D9%88%D8%AD%D8%A7%D8%B1%D8%A8/>
- أغا القلعة(سعد الله): "هل يمكن أن تسهم الموسيقى في التوصل إلى علاج لفيروس كورونا؟"، كتاب الأغاني الثاني (موسوعة موسيقية عربية رقمية)، 2020.
<https://www.agma-alkalaa.net/archives/28613>

REFERENCES

- [1] Angelo Caranfa, "Lessons of Solitude: The Awakening of Aesthetic Sensibility", Journal of Philosophy Education 41, no. 1, 2007, p. 113. [Online] Available: <https://www.7iber.com/culture/%D8%A7%D9%84%D8%B9%D8%B2%D9%84%D8%A9%D9%88%D9%83%D9%88%D8%B1%D9%88%D9%86%D8%A7/>.
- [2] Gaston Bachelard, "The Poetics of Space: The Classical Look at How We Experience Intimate Places", Boston: Beacon Press, 1964 [translated version], p 12. [Online] Available: <https://www.7iber.com/culture/%D8%A7%D9%84%D8%B9%D8%B2%D9%84%D8%A9-%D9%88%D9%83%D9%88%D8%B1%D9%88%D9%86%D8%A7>

Investigation of different parasites of farmed pigeons at Dinajpur Sadar Upazila

Md. Gausur Rahman¹, S.M. Harun-ur-Rashid², Md. Haydar Ali³, and Md. Golam Azam³

¹Department of Pathology and Parasitology, Hajee Mohammed Danesh Science and Technology University, Dinajpur, Bangladesh

²Professor, Department of Pathology and Parasitology, Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University, Dinajpur, Bangladesh

³Assistant Professor, Department of Pathology and Parasitology, Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University, Dinajpur, Bangladesh

Copyright © 2021 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: A cross sectional study was conducted to investigate the different parasites in farmed pigeon at sadar upazila of Dinajpur, Bangladesh during January to June, 2017. A total of 122 pigeons (39 young and 83 adults in which 45 male and 77 female) from different farms were examined by faecal, oral and blood sample examination and postmortem examination for histopathological study. The investigation expressed that the highest overall prevalence was ectoparasites 107 (87.70%) followed by helminthes 96 (78.69%) and protozoa 71 (58.20%). In this study, the frequency of *Echinostoma* sp., *Raillietina* sp., *Ascaridia* sp., *Capillaria* sp., *Ornithostrongylus* sp., *Eimeria* sp., *Trichomonas* sp., *Haemoproteus* sp., *Columbicola columbae*, *Menopon* sp. and *Lipeurus* sp. were found to be 24 (19.67%), 46 (37.67%), 51 (41.80%), 38 (31.15%), 15 (12.30%), 45 (36.89%), 47 (38.52%), 39 (31.97%), 96 (78.67%), 55 (45.08%) and 75 (61.48%) respectively. The age and sex related prevalence of helminth revealed that adults 68 (81.93%) and females 62 (80.52%) were more susceptible ($P>0.05$) than young 28 (71.79%) and male 34 (75.56%). Further, youngs 25 (64.10%) and female 50 (64.94%) were more prone ($P>0.05$) to protozoa than adults 46 (55.42%) and male 21 (46.67%). Association of age and sex with ectoparasites indicated that the prevalence of ectoparasites was significantly ($P<0.001$) higher in adult 80 (96.39%) than young 27 (69.23%) and also significantly ($P<0.05$) higher in female 50 (64.94%) than male 21 (46.67%) pigeons. The results indicate that pigeons of this area are very much susceptible to different endo and ectoparasites which cause great economic loss of the farmer.

KEYWORDS: investigation, parasite, farmed, pigeons.

1 INTRODUCTION

Bangladesh is a developing country where poultry industry is a rising sector. It plays an important role in the rural economy (Nath *et al.*, 2014). This poultry sector employs about 5 million people & has experienced a long-term growth rate of about 4.50%, which is highest in the economy (BLRI report, 2009). Poultry producers are searching for some substitute of meat, which will come in the form of pigeon meat to contribute towards the increase in Gross Domestic Production (GDP) through livestock sector. Pigeon rearing is an integral part of many farming systems and increasing day by day in Bangladesh. In Bangladesh, pigeon is used for meat production and ornamental purposes. It provides one of the main sources of income for the farmers of Bangladesh. Pigeons are probably the most common nuisance bird. They have adapted to life in the city and they seem to be everywhere in urban environments (Bahrami *et al.*, 2012).

Usually, the domestic pigeons (*Columba livia*) are highly susceptible to infection with a large number of internal parasites and cause heavy economic losses in the form of related growth, decreased production. They feed on the wide range of food items including grains, slugs, earthworms and insects that in many instances may carry infective stages of intestinal parasites.

Several health problems can affect pigeons but parasitic infections play a major role. They constitute a major source of infection and transmission of diseases (Marques *et al.*, 2007).

The close contact of pigeons with other domestic birds increases risk of parasitic infestation in birds and carries a possible zoonotic potential for transmission of diseases to human beings (Marques *et al.*, 2007 and Sari *et al.*, 2008). The diseases are mainly spread through faecal dust from cages contaminated with dry droppings and urine (Marques *et al.*, 2007).

The effects of parasitism on birds are often severe, including retarded growth, low egg production and susceptibility to other infections (Dranzoa, 1999). Wide ranges of helminthes are found in the gastrointestinal tract of pigeons, the majority of which are responsible for clinical and subclinical parasitism. Infection results in weight loss, anemia, retarded growth, fertility disturbance, emaciation, gut epithelium complications and reduction in immune responses of host against various diseases (Urquhart *et al.*, 2000). Such complications in young pigeons eventually lead to death (Basit *et al.*, 2006). Ectoparasites are regarded as the basic causes of retardation in growth, lowered vitality and poor conditions of the birds (Pirali-Kheirabadi *et al.*, 2016).

The prevalence and intensity of parasitic infestations may be influenced by a number of epidemiological factors including host factors such as age, sex and breed and environmental factors such as climatic conditions (Nadeem *et al.*, 2007).

In view of above facts, it is assumed that parasitic disease is one of the major problems for the pigeons, but no attention has been paid to investigate the parasitic diseases of farmed pigeon in Bangladesh. Therefore, the present study was undertaken with a view to fulfilling the following objectives:

1. To investigate and identify different parasites of pigeon.
2. To detect the prevalence of parasites in relation to age and sex of pigeons.
3. To study the gross and histopathology of intestine collected from infected pigeon.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 STUDY AREA AND DURATION

The study was conducted for a period of six months starting from January to June'2017. During this investigation, a total of 122 birds (83 adult and 39 young in which 45 male and 77 female) were considered from different farms of Sadar upazila of Dinajpur district, Bangladesh.

2.2 SELECTION AND EXAMINATION OF BIRD

A questionnaire was designed to collect the objectives oriented data from each bird by the help of the owner or by physical examination. The birds were taken out of the cages and restrained as described by Stone (1982). Age was determined by examining iris color and unmolted feathers and the presence of cloacal sex character and glandular bursa as described by Sol *et al.* (2000) and Silovsky *et al.* (1968) respectively. Sex was determined by general appearance, movement and behavior as described by Kabir (2014). According to age pigeons are divided into two groups: young (1 to 3 months) and adult (>3 months). Examinations of each pigeon for ectoparasites, faecal and blood sampling were made in that order. All the samples were brought to the Parasitology laboratory of Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University, Dinajpur.

2.3 COLLECTION AND EXAMINATION OF FAECES

Faecal samples were taken into a dry vial at the cloacal orifice by gently squeezing the abdomen and put into different labeled sample bottle containing 10% formalin. Faeces were examined by gross examination, three different types of qualitative tests; namely direct smear, flotation and sedimentation techniques were used to examine the fecal samples to identify the morphological features of eggs, cyst, oocysts (Hendrin and Robinson, 2006; Soulsby, 1982).

2.4 COLLECTION AND STAINING OF BLOOD AND IDENTIFICATION OF PROTOZOA

Blood samples were collected from the wing vein with the help of syringe and needle and taken in a vial with sodium salt of EDTA and kept in refrigerator. The thin smear was made immediately after the collection of blood. The smears were then air dried, fixed in methanol and stained with Giemsa's stain as per standard method (Cable, 1957). The slides were examined under microscope in higher magnification (40X and 100X) for the detection of blood protozoa. Identification was based on the morphology as described by Levine (1985), Springer (1997) and Soulsby (1982).

2.5 EXAMINATION OF ORAL SWAB FOR TRICHOMONAS GALLINAE

Fresh scraping from oral mucosa or oral, esophageal swab or swab from crop were taken and examined for the presence of *Trichomonas gallinae*, it was done by preparation of wet mount and confirmed by the motile trophozoites with pear-shaped parasite (McDougald, 2003).

2.6 COLLECTION AND EXAMINATION OF ECTOPARASITES

Each bird was carefully examined. The wings were fully stretched and examined, and all over the body, the feathers were separated so as to expose the skin. The ectoparasites were collected and preserved in 70% alcohol for subsequent processing and examination at the laboratory. Finally, the ectoparasites were identified according to Soulsby (1982) and Cheesbrough (1990).

2.7 POSTMORTEM AND HISTOPATHOLOGICAL EXAMINATION

Postmortem examination of clinically sick and dead pigeons was performed as described by Fowler (1990). Intestines were collected and fixed in 10% buffered neutral formalin for histopathological studies. Formalin fixed tissue samples were processed, embedded in paraffin wax, sectioned and stained with hematoxylin and eosin as per standard method (Luna, 1968).

2.8 STATISTICAL ANALYSIS

The data were recorded and analyzed statistically by using statistical software 'SPSS' (version 20). Chi-Square Test were performed and the results were expressed in percentage with P-value and significance was determined when $P < 0.05$. The mean intensity was calculated and analyzed by F-variance test. Odds ratio was calculated according to the formula Schesselman (1982).



Fig. 1. Collection of faeces (A, B), oral swab (C) and ectoparasites (D)

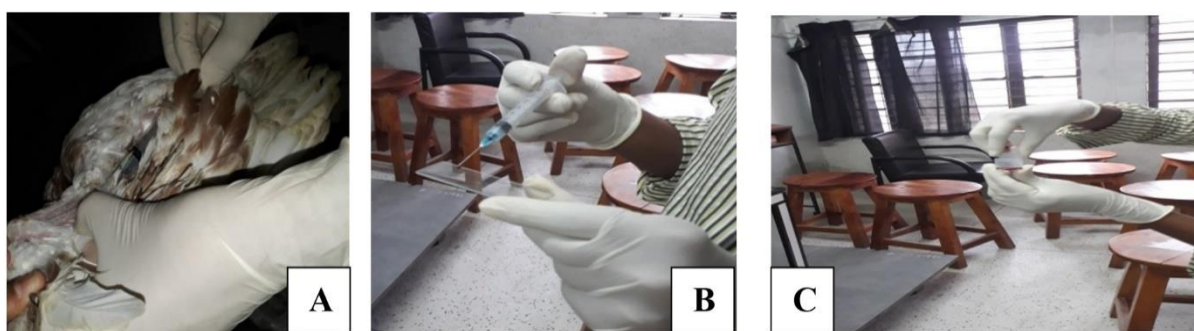


Fig. 2. Collection of blood from wing vein (A) and preparation of blood smear (B, C)

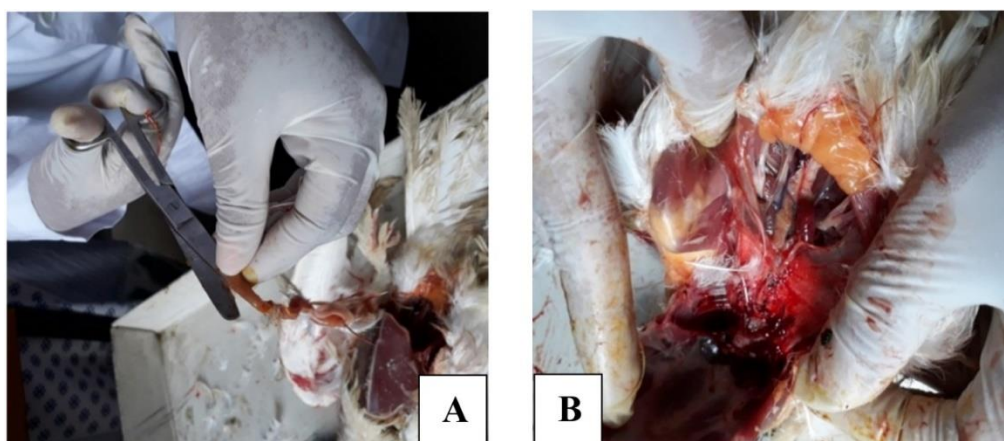


Fig. 3. Postmortem examination and collection of sample (A, B)

3 RESULTS

3.1 OVERALL PREVALENCE OF PARASITES IN FARMED PIGEON

In this study, a total number of 122 farmed pigeons were examined of which 96 (78.69%), 71 (58.20%) and 107 (87.70%) were infected with different species of helminth, protozoa and ectoparasites respectively (Table 1). The present study indicated that the higher prevalence rate of helminthes was *Ascaridia* sp. (41.80%) followed by *Raillietina* sp. (37.67%), *Capillaria* sp. (31.15%), *Echinostoma* sp. (19.67%) and *Ornithostrongylus* sp. (12.3%). The protozoan parasites found in the table 1 were *Eimeria* sp. (36.89%), *Trichomonas* sp. (38.52%) and *Haemoproteus* sp. (31.97%). During this investigation, 3 species of ectoparasites were identified as 78.69%, 45.08% and 61.48% for *Columbicola columbae*, *Menopon* sp. and *Lipeurus* sp. The prevalence of *Columbicola columbae* was found highest among the ectoparasites.

Table 1. Prevalence of parasites in farmed pigeon at Dinajpur sadar (N=122)

Name of parasites	No. of infected pigeon	Prevalence (%)
Helminthes		
Overall	96	78.69
<i>Echinostoma</i> sp.	24	19.67
<i>Raillietina</i> sp.	46	37.67
<i>Ascaridia</i> sp.	51	41.80
<i>Capillaria</i> sp.	38	31.15
<i>Ornithostrongylus</i> sp.	15	12.30
Protozoa		
Overall	71	58.20
<i>Eimeria</i> sp.	45	36.89
<i>Trichomonas</i> sp.	47	38.52
<i>Haemoproteus</i> sp.	39	31.97
Ectoparasites		
Overall	107	87.70
<i>Columbicola columbae</i>	96	78.69
<i>Menopon</i> sp.	55	45.08
<i>Lipeurus</i> sp.	75	61.48

N= Number of bird examined

3.2 AGE RELATED PREVALENCE OF PARASITES IN FARMED PIGEON

The overall prevalence of helminth parasites was higher in adult (81.93%) than young (71.79%) pigeon but the difference was not significant. The odd ratio 1.8 implies that adults are 1.8 times more susceptible to helminthes than young. The prevalence of *Echinostoma* sp., *Raillietina* sp., *Ascaridia* sp., *Capillaria* sp., *Ornithostrongylus* sp. in young and adult was 15.38% and 21.69%, 10.26% and 50.60%, 46.15% and 39.76%, 25.64% and 33.73%, 10.26% and 13.25% respectively (Table 2). The prevalence rate of *Raillietina* sp. was significantly ($P<0.001$) higher in adult than young pigeons but the others were not significant ($P>0.05$) and *Ascaridia* sp. was found higher in young than adult pigeons.

The higher prevalence of protozoan parasites was found in young (64.10%) than adult (55.42%) pigeon but there was no significant difference between age groups. The odd ratio 1.4 implies that youngs are 1.4 times more susceptible to protozoa than adults. The prevalence of *Eimeria* sp. was significantly ($P<0.05$) higher in young (51.28%) than adult (30.12%) pigeon. In case of *Trichomonas* sp., the prevalence was higher in young (48.71%) in compare to adult (33.73%) pigeons. On the other hand, *Haemoproteus* sp. was higher in adult (34.94%) than young (25.64%) pigeons.

The present study revealed that the overall prevalence of ectoparasites was significantly ($P<0.001$) higher in adult (96.39%) than young (69.23%) pigeons. The odd ratio 11.8 implies that adults are 11.8 times more susceptible to ectoparasites than young. The prevalence rate of *Columbicola columbae*, *Menopon* sp., *Lipeurus* sp. in young and adult was 48.72% and 92.39%, 30.77% and 51.81%, 35.90% and 73.49% respectively (Table 2) and all ectoparasites were significantly higher in adult than young pigeons.

Table 2. Age related prevalence of parasites in farmed pigeon at Dinajpur sadar

Name of parasites	Age		P value	Odd ratio
	Young (N=39) Positive no. (Prevalence)	Adult (N=83) Positive no. (Prevalence)		
Helminthes				
Overall	28 (71.79%)	68 (81.93%)	0.20 (NS)	Adult vs Young =1.8
<i>Echinostoma</i> sp.	6 (15.38%)	18 (21.69%)	0.41 (NS)	
<i>Raillietina</i> sp.	4 (10.26%)	42 (50.60%)	<0.001***	
<i>Ascaridia</i> sp.	18 (46.15%)	33 (39.76%)	0.50 (NS)	
<i>Capillaria</i> sp.	10 (25.64%)	28 (33.73%)	0.37 (NS)	
<i>Ornithostrongylus</i> sp.	4 (10.26%)	11 (13.25%)	0.64 (NS)	
Protozoa				
Overall	25 (64.10%)	46 (55.42%)	0.37 (NS)	Young vs Adult =1.4
<i>Eimeria</i> sp.	20 (51.28%)	25 (30.12%)	0.024*	
<i>Trichomonas</i> sp.	19 (48.71%)	28 (33.73%)	0.11 (NS)	
<i>Haemoproteus</i> sp.	10 (25.64%)	33 (34.94%)	0.30 (NS)	
Ectoparasites				
Overall	27 (69.23%)	80 (96.39%)	<0.001	Adult vs Young =11.8
<i>Columbicola columbae</i>	19 (48.72%)	77 (92.77%)	<0.001***	
<i>Menopon</i> sp.	12 (30.77%)	43 (51.81%)	0.03*	
<i>Lipeurus</i> sp.	14 (35.90%)	61 (73.49%)	<0.001***	

N= Number of bird examined, *means significant at 5% level of significance ($P<0.05$), *** ($P<0.001$) means statistically highly significant, NS means statistically Not Significant.

3.3 SEX RELATED PREVALENCE OF PARASITES IN FARMED PIGEON

The present study indicated that female pigeons (80.52%) were more susceptible to helminth parasites than male pigeons (75.56%) but it was not statistically significant ($P>0.05$). The odd ratio 1.3 implies that females were 1.3 times more susceptible than male pigeon. The prevalence percentage of *Echinostoma* sp., *Raillietina* sp., *Ascaridia* sp., *Capillaria* sp., *Ornithostrongylus* sp. in male was 8.89%, 33.33%, 35.56%, 24.44% and 4.44% respectively and in female was 25.97%, 40.26%, 45.46%, 35.04% and

16.88% respectively (Table 3). The prevalence of *Echinostoma* sp. and *Ornithostrongylus* sp. in female were statistically higher than male but others were not statistically significant.

During this investigation, it was found that females (64.94%) were higher in prevalence of protozoa than males (46.67%). The odd ratio 2.1 implies that females were 2.1 times more susceptible than male pigeon. The prevalence of *Eimeria* sp., *Trichomonas* sp. and *Haemoproteus* sp. in male was 24.44%, 31.11% and 24.44% respectively and in female was 44.16%, 42.86% and 36.36% respectively (Table 3). There was significant ($P<0.05$) sex related difference seen in the prevalence of *Eimeria* sp..

The present findings showed that the prevalence of ectoparasites was significantly ($P<0.05$) higher in female (93.50%) than male (77.78%). The odd ratio 4.1 implies that females were 4.1 times more susceptible than male pigeon. The prevalence of *Columbicola columbae*, *Menopon* sp. and *Lipeurus* sp. in male was 64.44%, 37.78% and 46.67% respectively and in female was 87.01%, 49.35% and 70.13% respectively (Table 3). There was no significant ($P>0.05$) sex related difference seen in the prevalence of *Menopon* sp. but in case of *Columbicola columbae* and *Lipeurus* sp. females were significantly higher in compare to male pigeons.

Table 3. Sex related prevalence of parasites in farmed pigeon at Dinajpur sadar

Name of parasites	Sex		P value	Odd ratio
	Male (N=45) No. positive (Prevalence)	Female (N=77) No. positive (Prevalence)		
Helminthes				
Overall	34 (75.56%)	62 (80.52%)	0.52 (NS)	Female vs Male=1.3
<i>Echinostoma</i> sp.	4 (8.89%)	20 (25.97%)	0.02*	
<i>Raillietina</i> sp.	15 (33.33%)	31 (40.26%)	0.45 (NS)	
<i>Ascaridia</i> sp.	16 (35.56%)	35 (45.46%)	0.29 (NS)	
<i>Capillaria</i> sp.	11 (24.44%)	27 (35.04%)	0.22 (NS)	
<i>Ornithostrongylus</i> sp.	2 (4.44%)	13 (16.88%)	0.04*	
Protozoa				
Overall	21 (46.67%)	50 (64.94%)	0.048*	Female vs Male=2.1
<i>Eimeria</i> sp.	11 (24.44%)	34 (44.16%)	0.029*	
<i>Trichomonas</i> sp.	14 (31.11%)	33 (42.86%)	0.20 (NS)	
<i>Haemoproteus</i> sp.	11 (24.44%)	28 (36.36%)	0.17 (NS)	
Ectoparasites				
Overall	35 (77.78%)	72 (93.50%)	0.01*	Female vs Male=4.1
<i>Columbicola columbae</i>	29 (64.44%)	67 (87.01%)	0.003**	
<i>Menopon</i> sp.	17 (37.78%)	38 (49.35%)	0.22 (NS)	
<i>Lipeurus</i> sp.	21 (46.67%)	54 (70.13%)	0.01*	

N= Number of bird examined, *means significant at 5% level of significance ($P<0.05$), ** means significant at 1% level of significance ($P<0.01$), NS means statistically Not Significant.

3.4 PATHOLOGY OF INTESTINE INFECTED WITH PARASITES OF PIGEON

During the postmortem examination, it was grossly found that enlargement of intestinal diameter; blockage of intestinal lumen by parasites (Fig. 9 and 10). Histopathological study revealed that the tissue section of intestine shows massive degenerative changes in the epithelial papillae, distraction, sloughing and degeneration of villi and desquamation of intestinal epithelium (Fig. 11 and 12).

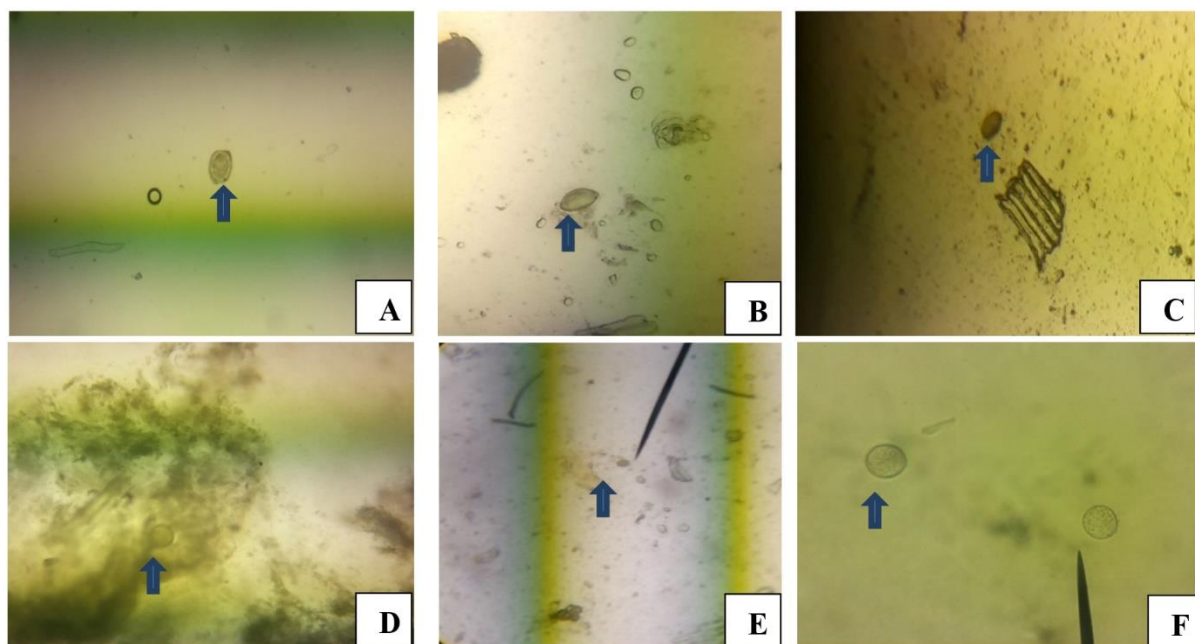


Fig. 4. Egg of *Ascaridia* sp. (A), *Capillaria* sp. (B), *Ornithostrongylus* sp. (C), *Raillietina* sp. (D), *Echinostoma* sp. (E) and Oocyst of *Eimeria* sp. (F)



Fig. 5. *Ascaridia* sp.



Fig. 6. *Raillietina* sp

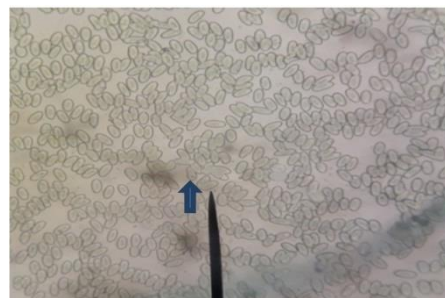


Fig. 7. *Haemoptoteus* sp. (blood smear staining with Giemsa stain)



Fig. 8. *Columbicola columbae* (A), *Menopon* sp. (B) and *Lipeurus* sp. (C)



Fig. 9. Distended intestine



Fig. 10. Blockage of intestinal lumen by parasites

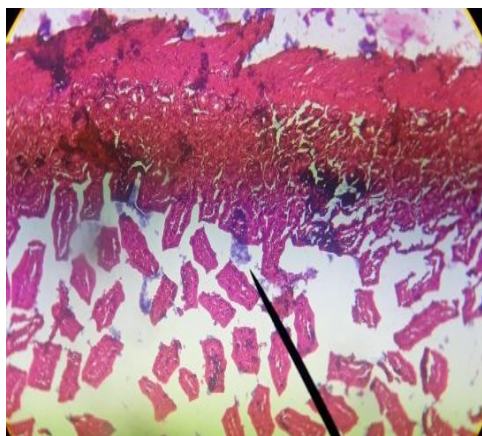


Fig. 11. Distraction and degeneration of intestinal villi

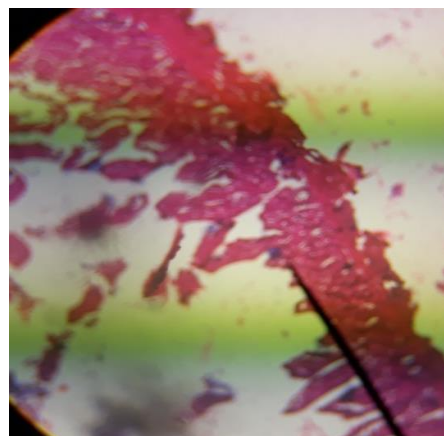


Fig. 12. Mucosal ulceration and sloughing of intestinal epithelium

4 DISCUSSION

4.1 OVERALL PREVALENCE OF PARASITES IN PIGEON

The present investigation indicates that about 78.69% pigeons were infected with one or more species of the following helminthes including *Echinostoma* sp. (19.67%), *Raillietina* sp. (37.67%), *Ascaridia* sp. (41.80%), *Capillaria* sp. (31.15%) and *Ornithostrongylus* sp. (12.3%). These results show similarity with the findings of Msoffe *et al.* (2010) and Senlik *et al.* (2005) who found that 79.5% and 74% pigeons were infected with one or more species of gastrointestinal helminth respectively. The observations of Sivajothi and Reddy (2015) nearly support to the present findings who reported 72.7% of gastrointestinal parasitic infection in pigeon of which *Ascaridia columbae* (33.3%), *Capillaria columbae* (17.4%) and *Raillietina* (9.0%). Layla *et al.* (2016) observed 72.4% pigeons infected with helminthes in which 28.6% *Capillaria columbae* is consenting with the present findings. The overall prevalence of helminthes in this study shows higher than the results of Adang *et al.* (2009) who recorded 56.7% helminth parasites. The similar prevalence of *Ascaridia* sp. was recorded by Senlik *et al.* (2005) who reported that *Ascaridia columbae* was 42%. These results are more or less similar to the findings of some others. Tanveer *et al.* (2011) recorded *Ascaridia columbae* (32.8%) and *Capillaria obsignata* (67.2%) prevalence in pigeons. Begum and Sehrin (2012) reported *Echinostoma revolutum* (15%), *E. trivolvis* (5%) in pigeon. Abed *et al.* (2014) recorded 46.31% *Raillietina* spp. and 38.94% *Ascaridia* spp. Moreover, the highest prevalence of *Ascaridia* sp. infection shows the similarity with the findings of Ghosh *et al.* (2014) who found that the highest prevalence of *Ascaridia galli* (35%) among helminthes and Rabbi *et al.* (2006). Prevalence of *Ascaridia columbae*, *Raillietina* spp. And *Capillaria* sp. in this study shows much higher than the findings of Bahrami *et al.* (2013) and Tongson *et al.* (1975) recorded *Ornithostrongylus quadriradiatus* in domestic pigeon in Philippines.

The present study revealed that the overall prevalence of protozoan parasites was 58.20% of which *Eimeria* sp., *Trichomonas* sp. and *Haemoproteus columbae* were 36.89%, 38.52% and 31.97% respectively. The results are close to the observation of Radfar *et al.* (2012) who reported *Eimeria* sp. (40.17%) and *Trichomonas gallinae* (57.84%) and Abed *et al.* (2014) and) who reported 29.47% of *Haemoproteus* sp. respectively and Layla *et al.* (2016) who noticed *Eimeria* oocyst (33.3%). Higher prevalence of *Eimeria* sp. than the present observation was recorded by Parsani *et al.* (2014) who reported 77% and the lower prevalence of *Trichomonas* sp. than present study was observed by Abed *et al.* (2014) who found 10.52%. Higher prevalence rate of *Haemoproteus columbae* was reported by Marques *et al.* (2007) and Dranzoa (1999) and lower was observed by Doosti *et al.* (2014), Bahrami *et al.* (2012) and Dey *et al.* (2010).

The present study revealed that the overall 87.70% pigeons were infested by the three species of ectoparasites including *Columbicola columbae* (78.69%), *Menopon* sp. (45.08%) and *Lipeurus* sp. (61.48%). The present findings are slightly higher than the findings of Adang *et al.* (2008) who reported 73.8% pigeons were infested with ectoparasites. These results are closely related to the results of Radfar *et al.* (2012) who reported *Columbicola columbae* (79.41%) and *Menopon* sp. (44.08%). The prevalence of *Columbicola columbae* and *Menopon* sp. was lower than the findings of Begum *et al.* (2011) who reported that the prevalence of *Columbicola columbae* and *Menopon* sp. was 100% and 100% respectively but the higher prevalence of *Lipeurus* sp. was found in the present investigation than the reports of Begum *et al.* (2011). The present findings differ with the observation of Adang *et al.* (2008) who reported lower prevalence of *Columbicola columbae* (63.8%) and *Menopon* sp. (6.3%) than the present findings. Moreover, the prevalence of *Lipeurus* sp. and *Menopon* sp. was much higher in the present study than the findings of Bahrami *et al.* (2012).

These variations among the present and earlier studies might be due to rearing practice, geographical location, study period, differences in sample collection techniques, and deviation in identification procedure.

4.2 AGE RELATED PREVALENCE OF PARASITES IN PIGEONS

It was revealed that there was an effect of age on the prevalence of helminth parasites in pigeon. Among the age group, adult (>3 months) pigeons were comparatively more affected (81.93%) than young (1- 3 months) pigeons (71.79%). The present results are in the line with the findings of Gosh *et al.* (2014) and Sivajothi and Reddy (2015) who reported that adults were more susceptible than squab. Msoffe *et al.* (2010) also reported that prevalence of gastrointestinal worm was significantly higher in adults than the nestling.

In the present study, it was observed that there was significant difference in the rate of infection in between young and adult pigeons. Under the present study the prevalence rate of ectoparasites was higher in adult (96.39%) than young (69.23%) pigeons. These results support to the findings of Gosh *et al.* (2014) who found that adult pigeons (86%) are more prone to ectoparasites in compare to squabs (48%).

Higher prevalence of such helminthes and ectoparasites in adults might be due to sharing of common premises with others which acts as an important reservoir and transmission media for soil transmitted helminthes (Islam *et al.*, 2009) and ectoparasites.

Age had an effect on the prevalence of protozoa in pigeon. Young pigeons (64.10%) are more prone to protozoa than adult pigeons (55.42%). The present findings are in the disagreement with the finding of Kulisic (1989a) who reported that protozoan infections were detected more in adults (31.91%) than young (25%) pigeons. *Eimeria* sp. was found significantly higher in young than adult pigeon which is positively equal to the observation of Sivajothi and Reddy (2015) but differs with the reports of Gosh *et al.* (2014). Begum *et al.* (2008) reported that the prevalence of *Trichomonas gallinae* was more in adult pigeons (75%) than young pigeons (72.1%) which are dissimilar to the present results. The exact cause of higher prevalence of protozoa in young than adult pigeons can not be explained but it can be hypothesized that younger birds have less developed immune system compared to adults.

4.3 SEX RELATED PREVALENCE OF PARASITES IN PIGEONS

The present results showed that sex of pigeon had an influence on the prevalence of helminth parasites. Under the present study the higher prevalence of helminth parasites in farmed pigeon was in female (80.52%) than male (75.56%) which was not statistically significant. The present findings are in the agreement with the findings of Adang *et al.* (2009) reported the sex specific prevalence rate of helminth was 60% in female and 55% in male pigeons. Khezerpour and Naem (2013) who recorded that the prevalence of helminth parasites was significantly higher in female (65.62%) than male (34.47%) pigeons. Abed *et al.* (2014) reported that the prevalence of *Raillietina* sp. and *Ascaridia* sp. was 47.7% and 46% in male and 52.3% and 54% in female respectively which is positive to the present study. The prevalence of *Ascaridia* sp. was found higher in female (45.46%)

than male (35.56%) pigeons which does not support to the observation of Senlik *et al.* (2005) who reported 38.2% in females and 46.7% in males. The present investigation is not related to the results of Tanveer *et al.* (2011) who reported the prevalence of *Capillaria obsignata* was 72.7% in male and 60% in female.

The results revealed that there was an effect of sex on the prevalence of protozoan parasites in pigeon. In the present study the sex related prevalence of protozoan parasites was higher in female (64.94%) than male (46.67%) pigeons. These results are in the line with the observation of Abed *et al.* (2014) who observed that females are more susceptible to *Haemoproteus* sp. and *Trichomonas* sp. than male. The present results are related to the results of Begum *et al.* (2008) who reported that *Trichomonas gallinae* was higher in female (70.9%) than male pigeons (63.8%) and Islam *et al.* (2013) who found that females (31.58%) are more prevalent than male (19.3%) for *Haemoproteus* sp. but in contrast with Al-Barwari and Saeed (2012) who found that male pigeons have more prone to infection than female.

The sex related prevalence of ectoparasites in farmed pigeons showed highest prevalence found in female (93.50%) than male pigeons (77.78%). There was significant sex related difference found in the prevalence of *Columbicola columbae* and *Lipeurus* sp. but no significance difference in case of *Menopon* sp. The present observations support to findings of Adang *et al.* (2008) who reported that female (74.3%) had a higher prevalence than male pigeons (73.2%). Moreover, the equal prevalence rate (60%) of ectoparasites in female and male pigeons was recorded by Adang *et al.* (2009).

The actual cause of higher prevalence of parasites in female pigeons can not be demonstrated but it can be thought that hormonal influence and stress may affect the immunity of female pigeon which may be responsible for more parasitized than male.

4.4 PATHOLOGY OF INTESTINE INFECTED WITH PARASITES OF PIGEON

In the present study, it was found that histopathological findings of parasite infected intestine of pigeon were obliteration of normal structure, degenerative changes in the epithelial papillae of intestine, destruction and degeneration of intestinal villi and desquamation of intestinal epithelium. The present findings are in line with observation by Abed *et al.* (2014) who observed ulceration and sloughing of epithelial lining of intestinal mucosa, distraction and degeneration of villi, desquamation of epithelium, destruction of secretory glands, infiltration of inflammatory cells and atrophy of villi and Bahrami *et al.* (2013) reported degenerative changes in the epithelial tissue of intestine. The histopathological changes might be due to continuous irritation of parasites to the intestinal wall.

5 CONCLUSIONS

The prevalence and intensity of different endo and ectoparasites in pigeons of Dinajpur sadar and variation in the prevalence and intensity of parasites in relation to age and sex were studied. In this study, eleven (11) species of both endo and ectoparasites were identified namely *Echinostoma* sp., *Raillietina* sp., *Ascaridia* sp., *Capillaria* sp., *Ornithostrongylus* sp., *Eimeria* sp., *Trichomonas* sp., *Haemoproteus* sp., *Columbicola columbae*, *Menopon* sp. and *Lipeurus* sp.. It was revealed that age and sex of pigeon had no significant ($P>0.05$) effect on the prevalence of helminthes and protozoa but had significant influence on the occurrence of ectoparasites. However, histopathological changes of infected intestine were also studied. It is recommended that further study should be conducted to determine the effect of parasite on the performance of pigeons and to find out the economic losses, effective preventive and control measures of those parasites. It is concluded that parasitic infestation is the major problem of pigeon farming in this area, so specific precautions must be taken against parasitic infections in farmed pigeons.

REFERENCES

- [1] Abed A. A. A., Naji H. A. and Rhyaf A.G. (2014). Investigation study of some parasites infected domestic pigeon (*Columba liviadomestica*) in Al-Dewaniya city. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*; 9 (4): 13–20.
- [2] Adang K. L., Oniye S. J., Ezealor A. U., Abdu P. A. and Ajanusi O. J. (2008). Ectoparasites of Domestic Pigeon (*Columba livia domestica*, Linnaeus) in Zaria, Nigeria. *Research Journal of Parasitology*; 3 (2): 79–84.
- [3] Adang K. L., Oniye S. J., Ezealor A. U., Abdu P. A., Ajanusi O. J. and Yoriyo K. P. (2009). Ectoparasites and intestinal helminths of speckled pigeon (*Columba guinea* Hartlaub and Finsch 1870) in Zaria, Nigeria. *Science World Journal*; 4 (2): 1–5.
- [4] Al-Barwari S. and Saeed I. (2012). The parasitic communities of the rock pigeon *Columba Livia* in Iraq Component and Importance. *Turkiye Parazitoloji Dergisi*; 36: 232–239.
- [5] Bahrami A. M., Monfared A. L. and Razmjoo M. (2012). Pathological study of parasitism in racing pigeons: An indication of its effects on community health. *African Journal of Biotechnology*; 11 (59): 12364–12370.

- [6] Bahrami A. M., Razmjoo M., Hafaziahmadi M. R., Louei M. A. and Hosseini E. (2013). Histo-pathological effects of different arthropoda, oocyste and worms infestation on the wild pigeon. *European Journal of Experimental Biology*; 3 (1): 411–416.
- [7] Basit T., Pervez K., Avais M. and Rabbani I. (2006). Prevalence and chemotherapy of nematodes infestation in wild and domestic pigeons and its effects on various blood components. *Journal of Animal and Plant Science*; 16: 1–2.
- [8] Begum A. and Sehrin S. (2011). Prevalence and seasonal variation of ectoparasite in pigeon, *Columba livia* (Gmelin, 1789) of Dhaka. *Journal of the Asiatic Society of Bangladesh, Science*; 38 (1): 93–98.
- [9] Begum N., Mamun M.A.A., Rahman S.A. and Bari A.S.M. (2008). Epidemiology and pathology of *Trichomonas gallinae* in the common pigeon (*Columba livia*). *Journal of Bangladesh Agricultural University*; 6 (2): 301–306.
- [10] Cable R. M. (1957). An Illustrated Laboratory Manual of Parasitology. 4th edition. Burges Publishing Co. Minneapolis 15, Minnesota, USA.; 114–115.
- [11] Cheesbrough M. (1990). Medical Laboratory Manual for tropical countries. Second edition, University Press Cambridge.
- [12] Dey A. R., Begum N., Paul S. C., Noor M. and Islam K. M. (2010). Prevalence and Pathology of Blood Protozoa in Pigeons Reared at Mymensingh District, Bangladesh. *International Journal of Bio Research*; 2 (12): 25–29.
- [13] Doosti A., Ahmadi R., Mohammadalipour Z., and Zohoor A. (2014). Detection of *Haemoproteus columbae* in Iranian pigeons using PCR. International Conference on Biological, Civil and Environmental Engineering (BCEE-2014), Dubai (UAE).
- [14] Dranzoa C., Ocaido M. and Katete P. (1999). The ecto-gastro-intestinal and haemo-parasites of live pigeons (*Columba livia*) in Kampala, Uganda. *Avian Pathology*; 28 (2): 119–124.
- [15] Ghosh K. K., Islam M. S., Sikder S., Das S., Chowdhury S. and Alim M. A. (2014). Prevalence of Ecto and Gastrointestinal Parasitic Infections of Pigeon at Chittagong Metropolitan Area, Bangladesh. *The Journal of Advances in Parasitology*; 1 (1): 9–11.
- [16] Hendrin C. M. and Robinson N. (2006). Diagnostic Parasitology for Veterinary Technicians (3rd Ed.), Mosby Inc. and affiliated of Elsevier Inc.; 255–260.
- [17] Islam A., Anisuzzaman, Kalam A., Rabbi M. A., Rahman A., Islam M. A. and Rahman M. H. (2013). *Haemoproteus* spp. Infection of Domestic Poultry of Bangladesh. *VETSCAN*; 7 (2): 132.
- [18] Islam A., Trisha A. A., Das M. and Amin M. R. (2009). Retrospective study of some poultry diseases at Gaibandha district in Bangladesh. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*; 7 (1): 239–247.
- [19] Kabir M.A. (2014). Sexing in pigeons by phenotypic method. *International Journal of Advanced Research in Biological Science*; 1 (5): 33–38.
- [20] Khezerpour A., Naem S. (2013). Investigation on Parasitic Helminthes of Gastrointestinal, Liver and Lung of Domestic Pigeons (*Columba livia*) in Urmia, Iran. *International Journal of Livestock Research*; 3 (3): 35–51.
- [21] Kulisic Z. (1989a). Parasitical infection among pigeons (*Columba livia*) of different ages in the area of Belgrade. *Acta Veterinaria Beograd*; 39 (2-3): 155–162.
- [22] Layla O., Elmajdoub and Mshiheet K. A. (2016). A Survey of Intestinal Parasitic Infection Among Domestic Pigeons in Misurata, Libya. The Third Symposium on Theories and Applications of Basic and Biosciences. 63–68.
- [23] Levine N. D. (1985). Veterinary Protozoology. 1st edition. Iowa State University Press, Ames.; 266–282.
- [24] Luna L. G. (1968). Manual of Histologic staining methods of the Armed forces Institute of Pathology. 3rd edition. Mc Graw Hill Book Co. New York.
- [25] Marques S. M. T., De Quadros R. M., Da Silva C. J. and Baldo M. (2007). Parasites of pigeons (*Columba livia*) in urban areas of lages, Southern Brazil. *Parasitología latinoamericana*; 62: 183–187.
- [26] McDougald L. R. (2003). In: Saif Y. M. (chief editor), Barnes H. J., Glisson J. R., Fadly A. M., McDougald L. R., and Swayne D. Diseases of poultry. 11th ed., Iowa state press, Ames, Iowa.; 1006–1008.
- [27] Msoffe P. L. M., Muhairwa A. P., Chiwanga G. H. and Kassuku A. A. (2010). A study of ecto- and endo-parasites of domestic pigeons in Morogoro Municipality, Tanzania. *African Journal of Agricultural Research*; 5 (3): 264–267.
- [28] Nadeem M., Khan M. N., Iqbal Z., Sajid M. S., Arshad K. and Yaseen M. (2007). Determinants influencing prevalence of louse infestations on layers of district Faisalabad (Pakistan). *British Poultry Science*; 48 (5): 546–550.
- [29] Nath T. C., Bhuiyan M. J. U. and Alam M. S. (2014). A study on the presence of leucocytozoonosis in pigeon and chicken of hilly districts of Bangladesh. *Biological Sciences and Pharmaceutical Research*; 2 (2): 013–018.
- [30] Parsani H. R., Momin R. R., Lateef A. and Shah N. M. (2014). Gastro-intestinal helminths of pigeons (*Columba livia*) in Gujarat, India. *Egyptian Journal of Biology*; 16: 63–71.
- [31] Rabbi A. K. M. A., Islam A., Majumder S., Anisuzzaman and Rahman M. H. (2006). Gastro intestinal helminths infection of poultry. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*; 4 (1): 13–18.
- [32] Radfar M. H., Norouzi Asl E., Seghinsara H. R., Dehaghi M. M., Fathi S. (2012). Biodiversity and prevalence of parasites of domestic pigeons (*Columba livia domestica*) in a selected semiarid zone of South Khorasan, Iran. *Tropical Animal Health Production*; 44 (2): 225–229.
- [33] Sari B., Karatepe1 B., Karatepel M. and Kara M. (2008). Parasites of domestic (*Columba livia domestica*) and wild (*Columba livia livia*) pigeons in Nigde, Turkey. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*; 52: 551–554.

- [34] Schesselman J. J. (1982). Case control studies. Oxford University press, Oxford.174–177.
- [35] Senlik B., Gulegen E. and Akyol V. (2005). Ectoparasites of domestic pigeons (*C. l. domestica*) in Bursa Province. *Turkiye Parazitoloji Dergisi*; 29 (2): 100–102.
- [36] Silovsky G. D., Wight H. M., Sisson L.H., Fox T. L. and Harris S. W. (1968). Methods for Determining Age of Band-Tailed Pigeons. *Journal of Wildlife Management*; 32 (2): 421–424.
- [37] Sivajothi S., Reddy B. S. (2015). A Study on the Gastro Intestinal Parasites of Domestic Pigeons in YSR Kadapa District in Andhra Pradesh, India. *Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research*; 2 (6): 00057.
- [38] Sol D., Jovani R. and Torres J. (2000). Geographical variations in blood parasites in feral pigeons the role of vector – Ecology; 23: 307–314.
- [39] Soulsby E. J. L. (1982). Helminth, Arthropods and Protozoa of Domesticated Animals.7th edition. Baillire, Tindalle; 35–740.
- [40] Springer W. T. (1997). Other blood and tissue protozoa edited by calnek B.W., Barnes H.J., Beard H.J., McDougald L.R. and Saif Y. M. In: Diseases of Poultry (10th edition) Iowa state University Press, U.S.A. 900–911.
- [41] Tanveer M. K., Kamran A., Abbas M., Umer N. C., Azhar M. A. and Munir M. (2011). Prevalence and chemo-therapeutical investigations of gastrointestinal nematodes in domestic pigeons in Lahore, Pakistan. *Tropical Biomedicine*; 28 (1): 102–110.
- [42] Tongson M. S., Sican V. and Trovela V. (1975). *Ornithostrongylus quadriradiaatus* (Stevenson, 1904) a hitherto unreported helminthes of domestic pigeons in the Phillipines. Philippine Journal of Veterinary Medicine; 14 (1): 144–150.
- [43] Urquhart G. M., Armour J., Duncan J. L., Dunn A. M. and Jennings F.W. (2000). Veterinary Parasitology, second ed. Blackwell publishing, United Kingdom.

Epidemiology of *Ascaris lumbricoides* and *Trichuris trichiura* infestations in students at the University Félix HOUPOUËT-BOIGNY in the south of Ivory Coast

N. Jean-Paul N'GBESSO¹, Nicaise Aya N'guessan Épse OKOUBO¹, Agodio LOUKOURI¹, Doumbia M. CISSE², Serge MAMBEY³, Miyerkina Sarah Bénédicte Épse Kouadio SORO⁴, and A. Aimé Constantin AHOUA⁵

¹Biology and Health, Félix Houphouët Boigny University, 22 B.P. 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire

²MSHP, DGS, Deputy Directorate General of Public Hygiene, 14 BP 741 Abidjan 14, Côte d'Ivoire

³Department of Health and Public Health (DHPSE), BP V 4 Abidjan, Côte d'Ivoire

⁴Department of Medical Sciences, Félix HOUPOUËT-BOIGNY University, Abidjan, Côte d'Ivoire

⁵Department of Geography, Humanities and Social Sciences, Félix Houphouët-Boigny University, Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2021 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: Helminthiasis is a major public health problem in Africa, particularly in Côte d'Ivoire. This study was conducted at the University Félix HOUPOUËT-BOIGNY in southern Côte d'Ivoire. It aims to assess the epidemiological status of *Ascaris lumbricoides* and *Trichuris trichiura* infections in students at the University Félix HOUPOUËT-BOIGNY. The survey involved 226 students sampled in 03 university courses. Stool samples were taken. Feces were analysed by the Mini-Flotac method with an flotation solution consisting of analytical salts (NaCl) with a density of 1.2. The results of stool analysis revealed a prevalence of 23.45% for *Ascaris lumbricoides* infection and 16.81% for *Trichirus trichiura* infection, respectively. The prevalences of *Ascaris lumbricoides* and *Trichirus trichiura* infections did not differ significantly by sex and age group. All infested students had a low infestation density (100 %) for *Ascaris lumbricoides* and *Trichirus trichiura* infections. A questionnaire was sent to the students to collect information on the transmission of *Ascaris lumbricoides* and *Trichirus trichiura* infections. The main factors of transmission, including toilet attendance and toilet cleaning, were incriminated. This study assessed the level of endemicity of *Ascaris lumbricoides* and *Trichirus trichiura* infections at the university and will help to consider appropriate means for the control of these parasitic diseases.

KEYWORDS: Côte d'ivoire, Helminthiasis, infection, students, University.

1 INTRODUCTION

In sub-Saharan Africa, intestinal helminthiasis are pathologies due to digestive germs, which are very widespread. They represent a major public health problem, particularly in areas where hygiene conditions are precarious [1]. The organization of several forums on Water, Hygiene and Sanitation (WASH) (Marrakech in 1997, The Hague in 2000, Kyoto in 2003, Mexico City in 2006 and Senegal in 2012) testifies to the magnitude of this problem in developing countries [2]. According to the report of the WHO/UNICEF Joint Programme on Water, Hygiene and Sanitation (WASH), it is estimated that there are more than 2.5 billion people in the world, including 550 million in sub-Saharan Africa, who do not have access to minimum hygiene conditions [3], [4], [5], [6]. Risks to human health are undoubtedly the most serious and widespread problem. Every year, about 3.5 million people die from gastrointestinal diseases, especially in developing countries [7], [8]. The health of a population is therefore closely linked to the quality of sanitation and hygiene services [9].

In developing countries, poor hygiene and lack of basic sanitation are the basis for many diseases, especially gastrointestinal diseases [4], [10], [11] [12]., [13]. These are the same causes of absenteeism from school and work, and thus of low educational

attainment and significant economic and income losses in a developing country [4], [14]. They represent an enormous burden for these countries [15], [16]. Indeed, the physical environment and the degree of cleanliness of training structures have an impact on the health and well-being of learners. If this environment does not have acceptable sanitation and hygiene conditions such as good hand-washing and toilet facilities, diseases develop and spread rapidly. It becomes a high-risk space for learners, increasing their vulnerability to disease [17]. Yet the provision of hygiene and sanitation facilities could reduce these gastrointestinal diseases by up to 90% [17], [18] [19], [20].

In a context of poor hygiene and sanitation denounced by some authors among students at the University Félix HOUPOUET-BOIGNY [21], [22]), it seemed appropriate to assess the prevalence, intensity and epidemiological profile of intestinal helminthiasis at the University Félix HOUPOUET-BOIGNY. The objectives were to:

- 1) Determine the prevalences of *Ascaris lumbricoides* and *Trichuris trichura* infections;
- 2) To determine their parasitic loads and intensities;
- 3) Compare the level of endemicity of *Ascaris lumbricoides* and *Trichuris trichura* infections.

2 METHODOLOGY

2.1 PRESENTATION OF THE STUDY AREA

The study took place from 27 February to 15 March 2020 at the University Félix Houphouët-Boigny (Fig. 1) of Cocody in the district of Abidjan (Côte d'Ivoire). It is the main University of Côte d'Ivoire. It is located between 5° 20' and 5° 38' north latitude and 3° 48' and 3° 49' west longitude. It has 60,000 students, according to the 2016 census [18]. The climate is equatorial [23] characterized by two rainy seasons (A small one from September to October, a large one from April to July) interspersed by two dry seasons (A small one from July to August, a large one from November to March). The temperature oscillates between 25 and 33°C, with a high rainfall of more than 1500 mm of rain per year [24].

2.2 DATA COLLECTION METHODOLOGY

2.2.1 DATA COLLECTION

The investigation began with a presentation of the study on the WhatsApp, Messenger and Facebook groups of students and in amphitheater. The registration of the participants which consisted of collecting their names and phone numbers via WhatsApp and Messenger. Stool samples were collected over a period of February 13-29, 2020 depending on student availability. After labeling each individual's stool jar, they were asked to make the stool and transfer a portion to the jar. Early the next morning, the stool samples were collected at the study site and placed in a cool place. The stool samples were transported under room temperature conditions to the laboratory and stored at 37°C. For a given sample, 2 g of stool was stored in a tube containing 2 ml of 5% formalin for further analysis 7-14 days later. Each participant was given a barcode number to identify their biological sample. In order to identify potential factors for transmission of intestinal helminths, namely *Ascaris lumbricoides* and *Trichurus trichiura* infections, a questionnaire was administered to individuals who had participated in the parasitological surveys.

2.2.2 SAMPLE ANALYSIS

To prepare the Mini-Flotac solutions, the contents of each stool tube were transferred to the conical Flotac collector. The 40 ml volume of the analytical salt solution (Flotation Solution: FS) was added to the stool [25], [26]. The conical Flotac collector was tightly closed and lightly shaken for 1 min to facilitate dissolution and homogenization of the stool suspension in the flotation solution. A precision tip grafted onto the side trunk of the conical collector allowed the transfer of the stool solution into each chamber of the Mini-Flotac apparatus. The prepared Mini-Flotac solutions were left to stand for 10 minutes to allow the eggs of the parasites to rise to the surface of the solution by the principle of flotation of eggs with a density lower than that of the flotation liquid [27]. The preparation time before microscopic analysis was estimated at 12 minutes. Two minutes to prepare the sample, then 10 minutes to wait for the eggs or oocysts to rise to the surface. Then 5-7 minutes are needed for microscopic reading.

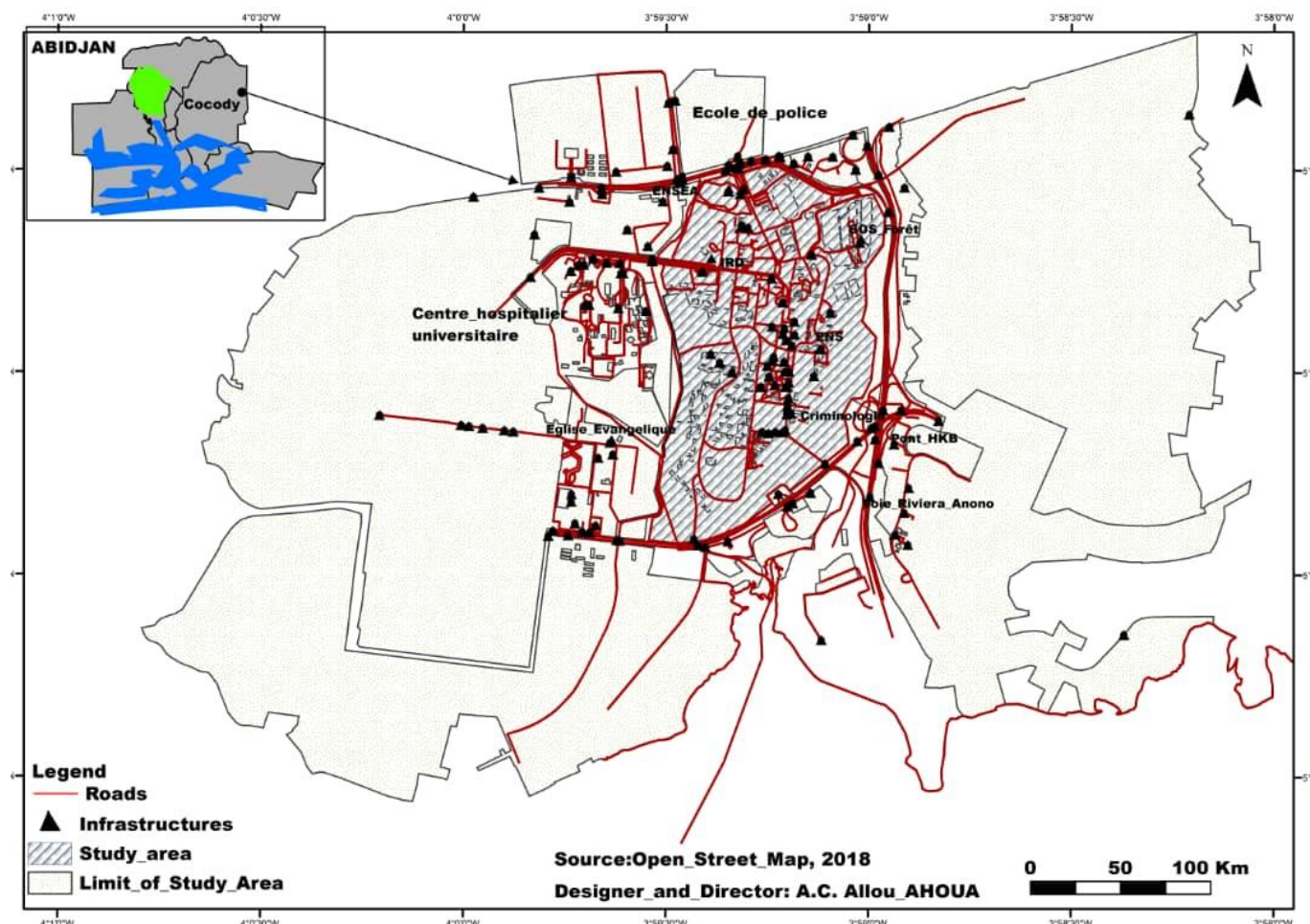


Fig. 1. Presentation of the study area

The search for and count of parasite eggs in stool solutions was carried out under an optical microscope by an experienced biologist. The results of the Mini-Flotac reading are recorded on a card. The faeces were treated as follows for the basic technique of the Mini-Flotac (analytical sensitivity = 10 eggs or cysts per gram of faeces). The multiplication factor is 10 for the flotation solution (the dilution ratio is 2: 40 and 2 chambers of 1 ml are examined). The number of OPGs in the sample was obtained by multiplying the number of eggs counted by the multiplication factor.

2.3 DATA MINING

EXCEL software was used to enter the data collected and to produce the figures and tables. The Chi-square test was used to compare the observed differences to measure the degree of significance of the frequency differences. This type of analysis was performed with R software version 3.3.3. The prevalence of infection is the proportion of positive samples out of all samples tested. It was determined for the parasite species *A. lumbricoides* and *T. trichiura*. Infection intensity is the number of eggs of a parasite in one gram of stool (OPG). The average egg intensity of the parasite species was calculated using the geometric mean. The parasite load (OPG) was stratified according to WHO recommendations [28] into mild, moderate and heavy infection. The ranges of these infection classes vary considerably from species to species:

- For *A. lumbricoides* the ranges [1-4999], [5000-49999], and ≥ 50000 OPG, defeat mild, moderate, and severe infections, respectively;
- For *T. trichiura* the intervals [1-999], [1000-9999], and ≥ 10000 OPG define them;

Binomial logistic regression was used to determine the transmission factors of *Ascaris lumbricoides*. For this, *Ascaris lumbricoides* infection was defined as the dependent variable. The independent variables were environmental factors. The

dependent variable and the independent variables were analysed in a univariate analysis. The strength of the association was measured by Odds Ratios (OR).

3 RESULTS

3.1 ASCARIS LUMBRICOIDES INFECTION

The parasitological survey was conducted on 226 students (157 males and 69 females), ranging in age from 18 to 26 years. Of the 226 students registered and examined, 53 were carriers of *Ascaris lumbricoides* eggs, i.e. a prevalence rate of 23.45%. Boys (18.14%) are more parasitized than girls (5.30%) (Table 1). Overall, all infected students have a mild infection (Table 2).

Table 1. Prevalence of *Ascaris lumbricoides* infection by sex and age group

Indicators	Age group (Year)			Sex		Total
	18 - 20	21 - 23	24 - 26	Male	Female	
Number reviewed	27	107	92	157	69	226
Number of Positives	7	27	19	41	12	53
Prevalence of <i>Ascaris lumbricoides</i> (%)	03, 09	11.94	08.40	18.14	05.30	23.45

Table 2. Categories of intensity of *A. lumbricoides* infection in students

	Group A: (N=57)		Group B: (N=76)		Group C: (N=93)	
	n (%)	OPG	n (%)	OPG	n (%)	OPG
A. lumbricoides						
Low intensity	14 (24,56)	101.42	15 (16.12)	178	24 (25.80)	119.16
Moderate intensity	0 (0)	NA	0 (0)	0 (0)	0 (0)	NA
High intensity	0 (0)	NA	0 (0)	0 (0)	0 (0)	NA
Total	14 (24.56)	101.42	15 (16.12)	178	24 (25.80)	119.16

Group A: Biosciences; Group B: STRM; Group C: Modern Letters; OPG: Average number of eggs obtained from infested individuals

3.2 TRICHIRUS TRICHIURA INFECTION

A total of 38 of the 226 students examined are carriers of *Trichirus trichiura* eggs. This corresponds to a prevalence of *Trichirus trichiura* infection of 16.81%. The prevalence of *Trichirus trichiura* was higher than that of female students (11.94% versus 4.86%) (Table 3). There were no significant gender differences. However, the parasite load of infested students was 100% for low infestations, (Table 4).

Table 3. Prevalence of *Trichirus trichiura* infection by sex and age group

indicators	Age group (Year)			Sex		Total
	18 - 20 s	21 - 23	24 - 26	Male	Female	
Number reviewed	27	107	92	157	69	226
Number of Positives	04	21	13	27	11	38
Prévalence of <i>Trichirus. trichiura</i> (%)	01.76%	09.29%	05.75	11.94	04.86%	16.81%

Table 4. Intensity category of *Trichirus trichiura* infection in students

	Group A: (N=57)		Group B: (N=76)		Group C: (N=93)	
	n (%)	Na_OPG	n (%)	Na_OPG	n (%)	Na_OPG
T. trichiura						
Low intensity	9 (15.78)	32.22	14 (18.42)	46.42	15 (16.12)	33.33
Moderate intensity	0 (0)	NA	0 (0)	0 (0)	0 (0)	NA
High intensity	0 (0)	NA	0 (0)	0 (0)	0 (0)	NA

Group A: Biosciences; Group B: STRM; Group C: Modern Letters; OPG: Average number of eggs obtained from infested individuals

3.3 COMPARAISON INFECTION ASCARIS LUMBRICOIDES ET TRICHURIS TRICHURA

Fig. 2 shows that the prevalence of *Ascaris lumbricoides* infection in males is higher than in females, the same finding for *Trichuris trichiura*.

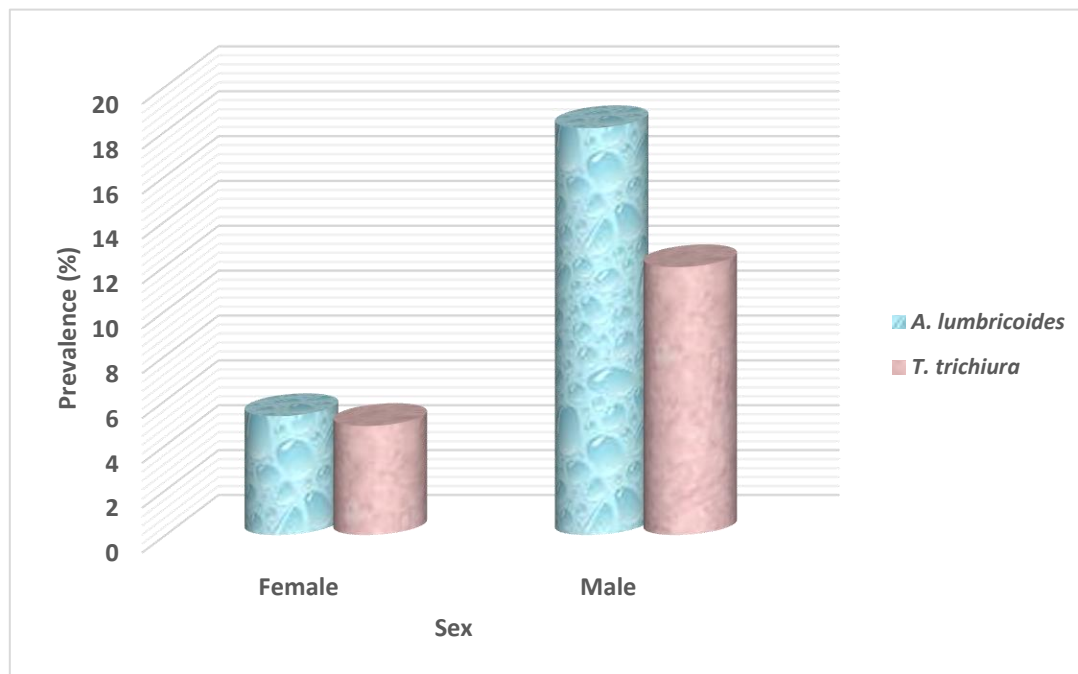


Fig. 2. Prevalence of *A. lumbricoides* and *T. trichiura* infections by sex

But this difference is not significant neither for *Ascaris lumbricoides* ($X^2 = 1.575$; $df = 1$; p -value = 0.2095) nor for *Trichuris trichiura* ($X^2 = 0.0015$; $df = 1$; p -value = 0.9686).

In terms of age, the 21-23 year age group has the highest prevalence rates for *Ascaris lumbricoides* and *Trichuris trichiura* (Figure 5). The lowest rates are observed in the 18 to 20 year age groups. However, statistical analysis shows that there is no significant difference between the age groups for both *Ascaris lumbricoides* ($X^2 = 0.6829$; $df = 2$; p -value = 0.7107) and *Trichuris trichiura* ($X^2 = 1.1558$, $df = 2$, $p = 0.5611$).

With regard to the university stream, the LLC (Languages, Literatures and Civilizations) stream had the highest prevalence rates for *Ascaris lumbricoides* and *Trichuris trichiura* (Fig. 4). The lowest rates are observed in the SVT (Life and Earth Sciences) stream. However, statistical analysis shows that there is no significant difference between the age groups for both *Ascaris lumbricoides* ($X^2 = 5.6134$; $df = 2$; p -value = 0.064) and *Trichuris trichiura* ($X^2 = 0.7129$, $df = 2$, $p = 0.7001$).

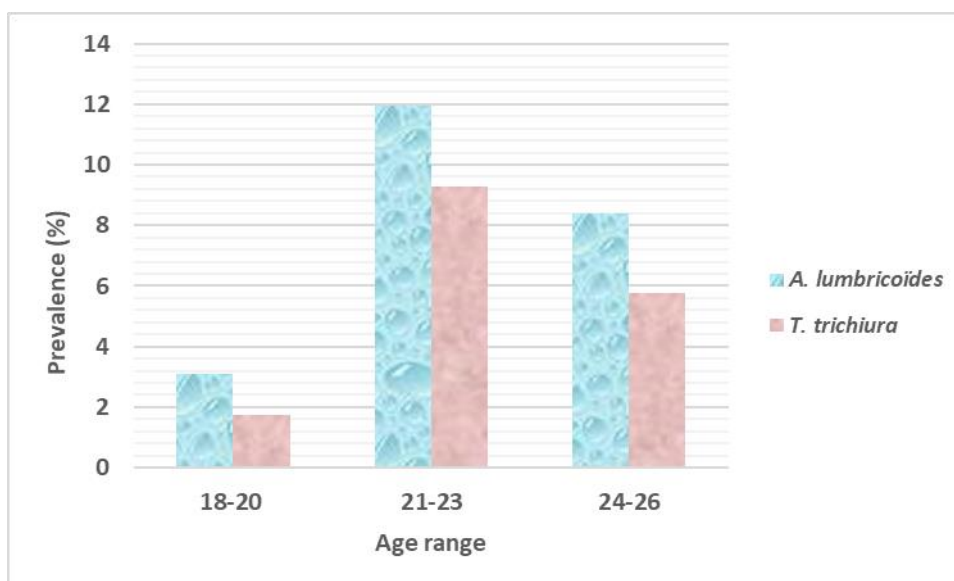


Fig. 3. Prevalence of *A. lumbricoides* and *T. trichiura* infections by age group

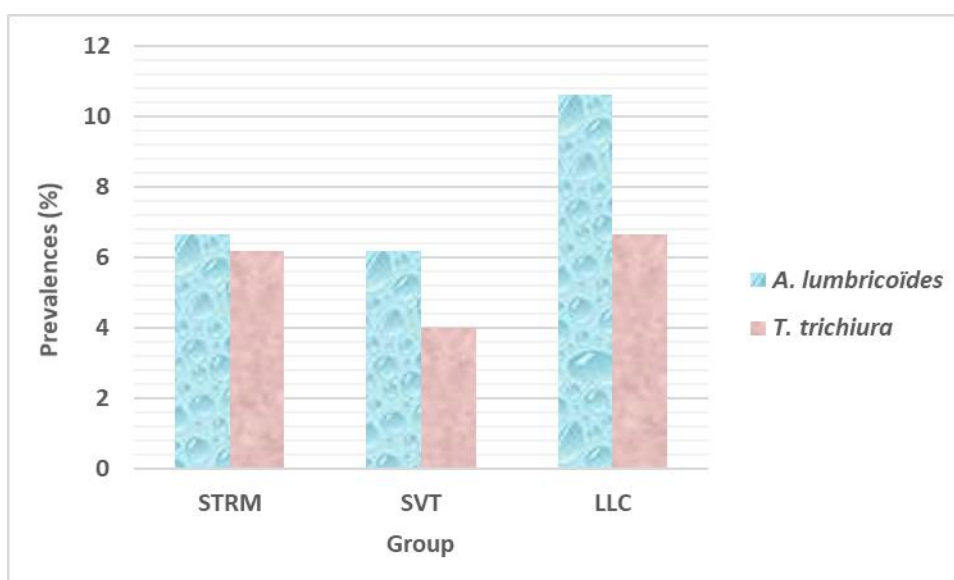


Fig. 4. Prevalence of *A. lumbricoides* and *T. trichiura* infections as a function of pathway

Fig. 5 shows the variation in the prevalence of *A. lumbricoides* and *T. trichiura* infection with age. This variation is most pronounced in the 21-24 year age group.

3.4 FACTORS FAVOURING THE TRANSMISSION OF *A. LUMBRICOIDES* AND *T. TRICHURA* INFECTION

3.4.1 USE OF TOILETS

The university washrooms are the area where respondents' faeces are disposed of. These interviewees reported a lack of toilets at Félix HOUPHOUËT-BOIGNY University.

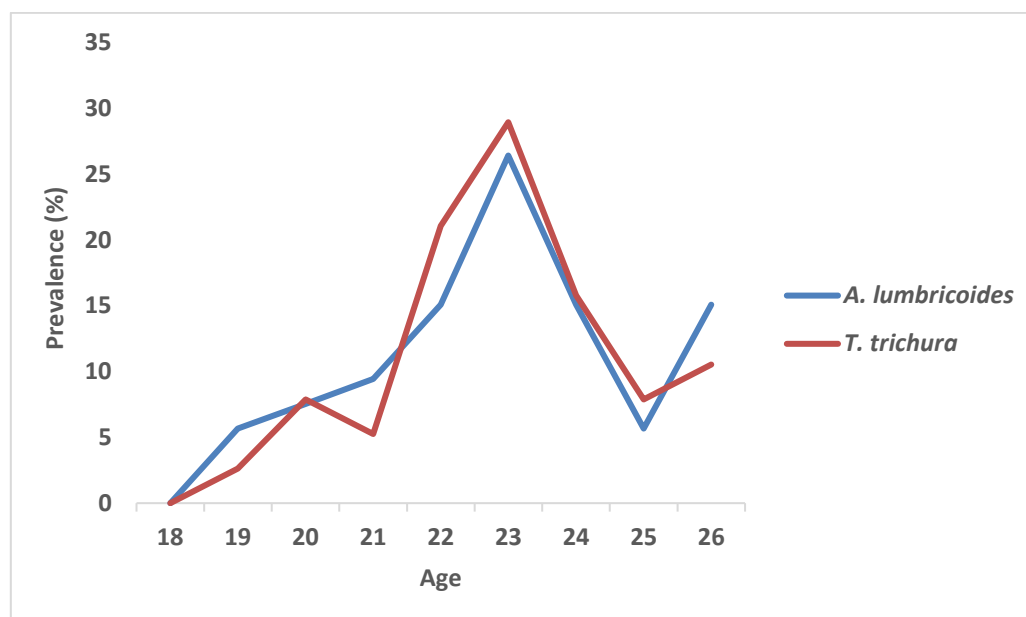


Fig. 5. Variation in prevalence of *A. lumbricoides* and *T. trichiura* infection with age

A proportion of 93.80% of the individuals surveyed stated that they regularly use the university toilets. A lack of EHA (Water, Hygiene and Sanitation) sanitary facilities with a proportion of 98.67% (223 participants), added to this, the inexistence of hygienic material was notified.

The age category from 21 to 24 years old, which includes the majority of students attending university toilets, were the individuals in whom more people infected with *Ascaris lumbricoides* and *Trichuris trichiura* were detected

3.4.2 HYGIENE PRACTICES

The survey conducted among individuals who participated in the parasitological surveys made it possible to understand the distribution of socio-sanitary factors

The logistic regression model showed that *Ascaris lumbricoides* infection is associated with property in university toilets (OR=2.23, $p \leq 0.05$). It should be noted that the presence of excitatory posters was also reported. However, it should be noted that 143 participants (67.27%) reported using the bush for their needs. 51 (22.56%) stated that the bush is an open defecation area for them.

4 DISCUSSION

This study showed the following prevalence rates in this area: 23.45% and 16.81% for *Ascaris lumbricoides* and *Trichuris trichiura* infection respectively.

The results showed that at Félix HOUPOUËT-BOIGNY University, *Ascaris lumbricoides* and *Trichuris trichiura* infections are of low endemicity [28]. This observation is mainly due to the mass treatment campaign with praziquantel carried out by the National Programme for the Control of Schistosomiasis, Geohelminthiasis and Lymphatic Filariasis in the health district of Abidjan, particularly at the Félix HOUPOUËT-BOIGNY University of Cocody.

We note a predominance of *Ascaris lumbricoides* infection over *Trichuris trichiura* infection. Similar results have been reported by some authors in Côte d'Ivoire in rural areas in the west of the country [29].

The intensity of infestation is the number of eggs excreted in the faeces of infected persons. [28] Thus, the intensity of infection is mostly mild for infestation with *Ascaris lumbricoides* and *Trichuris trichiura*. The mild infection is explained by low parasitaemia.

According to our results, the prevalences of *Ascaris lumbricoides* and *Trichuris trichiura* infestation are higher in the 21-24 age group than in the 18-20 age group. This finding could be explained by the fact that these students constitute the majority of the individuals questioned and have risky behaviours that expose them to the infestation. Among these behaviours, the use of toilets

where the presence of enterobacteria was reported and the lack of hand washing were noted. Hence the possibility of infection and reinfection. There is also the possibility of contaminating the environment by urinating or defecating without normal hand washing.

The study showed a higher prevalence of *Ascaris lumbricoides* and *Trichirus trichiura* infection in boys than girls. However, when we cross sex and helminthiasis, the observed difference is not significant for both forms of infection. The results are in contradiction with those obtained in Agboville and Adzopé which found a significant difference between parasitized boys and girls ($p < 0.01$) [30].

The existence of infected pupils despite mass treatment implies the existence of a reinfection environment. The questionnaire incriminated the use of toilets as a favourable environment for egg transmission. This has been proven in other previous studies in several localities in Côte d'Ivoire where the existence of a favourable environment for the development of germs was essential for the transmission of this pathology [31].

Lack of hygiene and limited access to sanitation could also be factors associated with the transmission of this disease in this locality. It should be noted that the answers to the questionnaires administered to the participating students helped to identify a crucial sanitation problem. It should be noted that *Ascaris* parasites live in the intestine and *Ascaris* eggs pass through the faeces of infected people. If an infected person defecates outside (for example, near bushes, in a garden or field). The eggs can then mature into a form of infectious parasite. Ascariasis is caused by the ingestion of eggs. This can happen when hands or fingers contaminated with dirt are put in the mouth or by eating vegetables or fruits that have not been thoroughly washed [33].

The prevention, control and eventual elimination of many neglected tropical diseases (NTDs) depend heavily on the availability of improved water, sanitation and hygiene (WASH) in endemic communities. Treatment alone will not break the cycle of transmission; improved WASH infrastructure and appropriate health-seeking behaviours are essential to achieve sustainable control, elimination or eradication of many NTDs [33], [34]. Global strategies for the control and elimination of many NTDs, such as helminthiasis, specifically refer to the need to improve water and sanitation. However, in practice, the repeated large-scale administration of antibiotics or anthelmintics to at-risk populations [35], [36] is the main objective of many NTD control programmes. Hence the need to identify best practices and build a strong evidence base for sustainable and scalable collaborative programming for integrating WASH control activities into NTD control.

5 CONCLUSION

Ascaris lumbricoides infection and *Trichurus trichiura* infections are conditions that are rampant at the Félix HOUPOUËT-BOIGNY University in Cocody (Côte d'Ivoire). This preliminary survey found prevalence rates of 23.45% for *Ascaris lumbricoides* infection and 16.81% for *Trichurus trichiura* infections. It provided an overview of the infection in this locality, highlighting the main environmental factors associated with transmission. These results will be used to raise the awareness of the authorities and the population and will enable a programme to be drawn up for the integrated control of helminthiasis in general and *Ascaris lumbricoides* and *Trichurus trichiura* infection in particular at Félix HOUPOUËT-BOIGNY University.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare that they have no conflicts of interest regarding the publication of the article. Infested individuals were deparasited.

ACKNOWLEDGMENTS

Our thanks go to all the delegates from the lecture theatres and practical work of the university courses: Languages, Literatures and Civilizations (LLC), Life and Earth Sciences (SVT) and Earth Sciences and Mining Resources (STRM). We would also like to thank the technicians of the National Laboratory for Agricultural Development Support (LANADA).

REFERENCES

- [1] Rindra R. Impacts of the environment on childhood diarrhoea in Madagascar: Analysis of Campylobacter risk, Doctoral thesis in Medicine presented from the University of Grenoble, France, 164 p, 2012.
- [2] ANSD, national statistics and demography agency investigated in senegal 2014, 2014.
- [3] Matthew C. Freeman, Meredith E. Stocks, Oliver Cumming, Aurelie Jeandron, Julian P. T. Higgins, Jennyfer Wolf, Annette Prüss-Ustün, Sophie Bonjour, Paul R. Hunter, Lorna Fewtrell and Valerie Curtis "Hygiene and health: systematic review of handwashing practices worldwide and update of health effects," Tropical Medicine and International Health, vol. 19 no 8 pp. 906–916, 2014.
- [4] Whitewater,. For a better dissemination of sanitation facilities in rural Sahelian areas 80 concrete proposals - March 2010 Synthesis of the study, 2010.
- [5] Freeman M., Clasen T., Dreifelbis R., "The impact of a school-based water supply and treatment, hygiene, and sanitation programme on pupil diarrhoea: a cluster-randomized trial", Epidemiology and Infection, vol.142: pp. 340–351, 2014.
- [6] WHO. Water, sanitation and hygiene to accelerate and sustain progress in the fight against Neglected Tropical Diseases GLOBAL STRATEGY 2015 – 2020, 2015.
- [7] UNICEF. Water, Sanitation and Hygiene (WASH) in schools. Handbook for childfriendly schools. UNICEF; 2011.
- [8] WHO. Abstract of WHO recommendations for hand hygiene in care. First Global challenge for patient safety: Clean care is safer care. Geneva World Health Organization; 2010. [Online] Available:: http://whqlibdoc.who.int/hq/2010/WHO_IER_PSP_2009.07_fre.pdf (Accessed on: 20 03 2017).
- [9] WHO-UN-Habitat, The Hidden Face of Cities: Uncovering and Overcoming Urban Health Inequalities. UN-Habitat-WHO Report, Geneva, 145p, 2010.
- [10] IFRCs, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. The International Federation software tools for long-term water and sanitation programming. 2007.
- [11] Strunz EC, Addiss DG, Stocks ME, Ogden S, Utzinger J, Matthew C. Freeman. Water, Sanitation, Hygiene, and Soil-Transmitted Helminth Infection: A Systematic Review and Meta-Analysis. PLoS Med vol.11, no. 3, 2014.
- [12] Briscoe, J., R.G. Feachem and M. Mujibur Rahaman, Health Impact Assessment: Water Supply, Sanitation and Hygiene. UNICEF, ICDDR_B, IDRC (International Development Research Centre), Ottawa, Canada, pp 66-70, 1987.
- [13] WHO. Abstract of WHO Recommendations for Hand Hygiene in Care - First Global Patient Safety Challenge: Clean Care is Safer Care. Geneva- World Health Organization 2010, 2014
[Online] Available: http://whqlibdoc.who.int/hq/2010/WHO_IER_PSP_2009.07_fre.pdf. 2010.
- [14] Diallo A. C.,. Evaluation of hygienic handwashing practices through surveys, sampling, and microbiological analysis: The case of students and staff at the Université de Moncton, Moncton campus. Dissertation for the Master of Science in Nutritional Nutrition, Université de Moncton, Canada, pp 80-90, 2015.
- [15] UNICEF, 2011Water, Sanitation and Hygiene (WASH) in Schools. Child Friendly School Manual. UNICEF, pp 25-40, 2011.
- [16] Tessema, Roba Argaw.. « Assessment of the Implementation of Community-Led Total Sanitation, Hygiene, and Associated Factors in Diretiyara District, Eastern Ethiopia ». Édité par Animesh Biswas. PLOS ONE vol. 12, no. 4, 2017.
- [17] Eric C Strunz, David G Addiss, Meredith E Stocks, Stephanie Ogden, Jürg Utzinger, Matthew C Freeman. « Water, sanitation, hygiene and soil-transmitted helminth Infection: A Systematic Review and Meta-Analysis ». PLoS Med, vol. 11, no. 3, 2014.
- [18] Joshua S Gruber, Fermin Reygadas, Benjamin F Arnold, Isha Ray, Kara Nelson, John M Colford. A stepped wedge, cluster-randomized trial of a household UV-disinfection and safe storage drinking water intervention in rural Baja California Sur, Mexico. Am J Trop Med Hyg, vol. 89, no. 3, pp. 238–245, 2013.
- [19] Fewtrell L, Kaufmann RB, Kay D, Enanoria W, Haller L, et al. Water, sanitation and hygiene interventions to reduce diarrhoea in less developed countries: A systematic review and meta-analysis. Lancet Infect Dis., vol. 5, no. 3, pp. 42–52, 2005.
- [20] Kathrin Ziegelbauer, Benjamin Speich, Daniel Maïusezahl, Robert Bos, Jennifer Keiser, Jürg Utzinger (2012) Effect of Sanitation on Soil-Transmitted Helminth Infection: Systematic Review and Meta-Analysis. PLoS Med, vol. 9, no. 1, 2012.
- [21] N'gbesso Jean-Paul N'GBESSO, Nicaise Aya N'GUESSAN, Alexis Loukou BROU, Jean-Romarc ALLOKA, Félix Kouamé N'DRI, Guy Roger GNAZALE. "Evaluation of knowledge, attitude and practices in hand hygiene of students in biological sciences from Felix Houphouët-Boigny University of Cocody (Abidjan-Côte d'Ivoire) " International Journal of Environmental & Agriculture Research, vol-3, no. 8, pp 49-55, 2017.
- [22] N'gbesso Jean-Paul N'gbesso, Kanga Demedeiros, Allou Aimé Constantin Ahoua, Arra A. Juli Landry, Doumbia Mariamou Cisse, Serge Mambeï and Okoubo Née Nicaise A. N'guessan, « Gastrointestinal Pathologies Recorded at the Felix Houphouët-boigny University Community Health Center from 2013 to 2017 (Abidjan - Ivory Coast) » Asian Journal of Medicine and Health, vol. 16, no. 3, pp 1-8, 2019.
- [23] UFHB, 2016 official website consulted on 12/10/2018 [Online], Available: <http://www.univ-fhb.edu.ci/>.
- [24] Eldin M. Climate. ORSTOM dissertation, 50: pp 50-73, 1971.

- [25] Cringoli, 2006; Cringoli, G. Coprological diagnosis: what's new? *Parassitologia*, vol. 46, pp. 137–139, 2004.
- [26] Beatrice Barda, Marco Albonico, Davide Ianniello, Shaali M Ame, Jennifer Keizer, Benjamin Speich, Laura Rinaldi, Giuseppe Cringoli, Roberto Burioni, Antonio Montresor, Jürg Utzinger. « How long can stool samples be fixed for an accurate diagnosis of soil-transmitted helminth infection using Mini-FLOTAC? *PLoS Negl. Trop. Dis.* Vol. 9, no. 4, 2015.
- [27] Cringoli et al., 2010 Cringoli, G., Rinaldi, L., Albonico, M., Bergquist, R. & Utzinger, J. Geospatial (s) tools: integration of advanced epidemiological sampling and novel diagnostics. *Geospat. Health* vol.7, pp. 399–404, 2013.
- [28] WHO, "Prevention and control of intestinal parasitic infections," WHO Technical Report, Geneva, 1987.
- [29] Agodio Loukouri, Aboulaye Méité, Olivier K. Kouadio, Norbert N. Djè, GotréTrayé-Bi, BenjaminG.Koudou, and Eliézer K. N'Goran. « Prevalence, Intensity of Soil-Transmitted Helminths, and Factors Associated with Infection: Importance in Control Program with Ivermectin and Albendazole in Eastern Côte d'Ivoire *Hindawi Journal of Tropical Medicine* vol. 2019, 2019.
- [30] Adoubryn K.D., Allah-kouadio E., Penali L. K., Ouhou J., Koné M., Prevalence of *Schistosoma haematobium* egg carriers in haematuric patients in Ivory Coast. *Medicine in Black Africa*, vol 44, 1997.
- [31] N'Goran EK, Utzinger J, N'Guessan AN, Müller I, Zambélé K, Lohourignon KL, M Traoré, BA Sosthène, C Lengeler, M Tanner. reinfection with *Schistosoma haematobium* after school-based chemotherapy with praziquantel in four highly endemic villages in Côte d'Ivoire. *Trop Med Int Health* vol. 6, no. 10, pp. 817-825, 2001.
- [32] Masaku J, Madigu N, Okoyo C, Njenga SM. Current situation of *Schistosoma mansoni* and factors associated with infection in the next two years of mass drug administration program among primary school children in Mwea irrigation system: a cross-sectional study. *BMC Public Health*, vol. 15, no. 739, 2015.
- [33] Singer BH, de Castro MC. "Bridges to sustainable tropical health". *Proc Natl Acad Sci U S A*, vol. 104: pp. 16038–16043, 2007.
- [34] Utzinger J, Raso G, Brooker S, de Savigny D, Tanner M, N Ornbjerg, BH Singer, EK N'goran, Schistosomiasis and neglected tropical diseases: towards integrated and sustainable control and a word of caution. *Parasitology* vol. 136, no. 13, pp. 1859–1874, 2009.
- [35] Bartram J, Cairncross S, Hygiene, sanitation, and water: forgotten foundations of health. *PLoS Med* vol.7, no. 9, 2010.
- [36] WHO, Preventive chemotherapy in human helminthiasis: coordinated use of anthelmintic drugs in control interventions: a manual for health professionals and programme managers. Geneva: World Health Organization, 2006.

Propuesta de una economía circular para envases vacíos de agroquímicos

[Proposal for a circular economy for empty agrochemical containers]

Marcia Beatriz Cuadras-Valenzuela and Marco Arturo Arciniega-Galaviz

Docente de la Universidad Autónoma de Occidente unidad regional Los Mochis, Blvd. Macario Gaxiola y Carretera internacional, 15, CP: 81223, Los Mochis, Sin, México

Copyright © 2021 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 implementation of a circular economy for empty agrochemical containers in areas where agriculture is intensive and the use of agrochemicals is in large quantities, is necessary to reduce the impact on the environment and people's health. Training the primary producers of empty containers and agrochemical companies in the correct management of hazardous waste, as well as promoting the participation of the social and private sectors in activities of recovery and recycling of hazardous waste are some strategies aimed at avoiding the disposal end of empty agrochemical containers in the soil, bodies of water or incineration without controls, seeking in this way the recycling, co-processing or treatment of empty agrochemical containers.

KEYWORDS: Hazardous waste, clean field, agricultura.

RESUMEN: Es necesario la implementación de una economía circular para los envases vacíos de agroquímicos en zonas donde la agricultura es intensiva y el uso de agroquímicos son en grandes cantidades. El objetivo es reducir el impacto al ambiente y la salud de las personas que tienen contacto con estos residuos peligrosos. La capacitación a los productores primarios de los envases y empresas de agroquímicos en el manejo correcto de los residuos peligrosos son algunas estrategias encaminadas a evitar la disposición final de los envases vacíos de agroquímicos en el suelo, cuerpos de agua o incineración sin controles. El reciclaje, coprocesamiento o tratamiento de los envases vacíos de agroquímicos son métodos que dan un valor a los envases vacíos de plaguicidas.

PALABRAS-CLAVE: Agricultura, Campo limpio, Residuos peligrosos.

1 INTRODUCCIÓN

La revolución verde surge a mediados del siglo anterior con el objetivo de disminuir el hambre que padecía el mundo en esos tiempos, se enfocaba en producir alimentos en grandes cantidades implementando tecnologías apoyadas en cuatro grandes pilares: la maquinaria agrícola moderna y de transporte de alimentos, los agroquímicos, la biotecnología y los sistemas de riego [1].

El uso de agroquímicos en grandes cantidades, provoca la generación de residuos de manejo especial y residuos peligrosos ocasionando daños a la salud de las personas y el medio ambiente. Es importante que se implementen estrategias para reducir la generación de residuos sólidos y se dé una valorización a éstos antes de desecharlos como basura, pues generalmente van a parar a tiraderos clandestinos a cielo abierto, en canales de riego, drenes, o en las mismas tierras de cultivo de los agricultores, en ocasiones los envases vacíos impregnados con agroquímicos son quemados sin ningún control produciendo gases tóxicos aún más peligrosos que los mismos plaguicidas químicos. En casos más severos, los envases vacíos de plaguicidas son reutilizados para contener agua para uso doméstico, poniendo en riesgo la salud de las personas que los reusan. Por lo tanto se requiere una alternativa para minimizar y valorizar los residuos y por ende disminuir el volumen de éstos.

La economía circular consiste en eliminar los residuos desde el diseño de productos y materiales en uso y regenerar sistemas naturales, la economía circular representa un cambio sistémico que genera oportunidades económicas y de negocios, proporciona beneficios ambientales y sociales [2], a diferencia de la economía lineal que solo busca extraer, producir y desperdiciar.

Desde la revolución industrial, hemos estado viviendo en una economía lineal, esto se refiere a un modelo de producción unidireccional donde los recursos naturales proporcionan nuestros insumos de fábrica, que luego se utilizan para crear bienes producidos en masa para ser comprados y, típicamente, eliminados después de un solo uso. Este modelo de economía lineal de producción y consumo en masa está probando los límites físicos del mundo. Por lo tanto, es insostenible y un cambio hacia una economía circular se está volviendo inevitable [3].

La Economía Circular supone un cambio radical de los sistemas de producción y consumo actuales. Esto evitará la creación de residuos e impactos negativos derivados, mitigando las externalidades negativas para el medioambiente, el clima y la salud humana [4].

Por lo que se refiere a las empresas agroindustriales y en concordancia con el contexto del problema de uso y manejo de agroquímicos, se hace énfasis en la necesidad de operar bajo un esquema de circularidad y adecuada gestión integral de residuos, con la finalidad de crear las condiciones favorables para asegurar el compromiso con el medio ambiente, ya que involucra a la sociedad, la economía y la competitividad.

En México, el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos 2017-2018, presenta una serie de estrategias para fomentar la valorización y el máximo aprovechamiento de los residuos estableciendo acciones específicas para lograr reducir la generación de residuos mediante una economía circular [5]. De igual manera el programa “Cero Residuos” promovido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) tiene el objetivo de transformar el esquema tradicional del manejo de los residuos en un modelo de economía circular, para el aprovechamiento racional de los recursos naturales y favorecer el desarrollo sustentable en el país [6].

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Para ésta investigación se realizó una revisión documental de manera sistemática acerca de la problemática que representa el manejo incorrecto de los residuos plásticos agrícolas generados principalmente los envases que almacenaron agroquímicos, así como lo referente a la economía circular como una estrategia para reducir, minimizar y valorizar este tipo de residuos considerados como peligrosos.

Se realizó una investigación documental de artículos científicos nacionales e internacionales dentro de revistas científicas con los siguientes principales descriptores conceptuales: economía circular, empresas de agroquímicos, residuos sólidos, residuos peligrosos, plaguicidas, envases vacíos de agroquímicos, de igual manera se consultaron documentos oficiales de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) y la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), además de documentos internacionales en materia de plaguicidas.

Para la propuesta de una economía circular de los envases de agroquímicos se basó en los documentos *Visión nacional hacia una gestión sustentable: Cero Residuos* generado en el año 2019 por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), que dentro de sus principios rectores se encuentra “Establecer las bases y desarrollar los mecanismos e instrumentos para implementar un enfoque de economía circular que fortalezca la gestión sustentable de materiales, con una visión cero residuos”. Se desarrollaran cada uno de los puntos que señala la hoja de ruta de éste documento, enfocado a la problemática y estrategias para minimizar y valorizar a los envases de plaguicidas generados en actividades agrícolas como un residuo sólido.

De igual manera se basó en el documento *Programa nacional para la prevención y gestión integral de los residuos 2017-2018* que tiene como objetivo contribuir a la protección del medio ambiente y al uso eficiente de los recursos naturales en México, a través de acciones de prevención de la generación de residuos, mejora del funcionamiento y ampliación de la cobertura de infraestructura de los sistemas de gestión integral de residuos, la reducción del pasivo ambiental, así como el fortalecimiento del aprovechamiento máximo de los residuos tanto material como energético y la minimización de su disposición final.

Los artículos analizados se agruparon de acuerdo a la temática: economía circular, envases de plaguicidas y fertilizantes, planes de manejo de residuos sólidos, acuerdos internacionales de México en materia de residuos y plaguicidas, legislación mexicana acerca de plaguicidas, casos de éxito de economías circulares.

Esta revisión representa una línea base general de la cual puedan partir revisiones más profundas sobre economía circular de diferentes residuos sólidos.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 FOMENTAR ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN Y COMUNICACIÓN DIRIGIDAS A TRABAJADORES DEL CAMPO EN EL MANEJO DE ENVASES DE PLAGUICIDAS

El manejo de los envases vacíos de plaguicidas por parte de los usuarios tienen impactos sobre el medio ambiente y la salud de los trabajadores, por lo que es importante que se proporcione capacitación sobre el manejo correcto de los envases de plaguicidas una vez que quedan vacíos.

El 52% de los agricultores del distrito de riego 075 depositan los envases vacíos en jaulas proporcionadas por Amocali A.C. dentro del programa Campo Limpio, el 30% de los trabajadores agrícolas lo queman, generando gases aún más tóxicos que los propios residuos de plaguicidas, el 11% los dejan tirados en las tierras de cultivo, el 5% los depositan en tiraderos clandestinos a cielo abierto, sin ninguna medida de seguridad y solamente el 2% de los trabajadores agrícolas lo regresan a los proveedores [7].

Dar a conocer a los trabajadores agrícolas las consecuencias que tiene al medio ambiente y a su salud el hecho de quemar o tirar los envases vacíos en el suelo o cuerpos de agua, es una estrategia necesaria, así como capacitar a manejar los envases para ser depositados en jaulas del programa campo limpio y la más importante de las estrategias, regresarlo a los proveedores para su disposición final. Con lo anterior se podría lograr que la mayor cantidad de los envases vacíos sean depositados en jaulas para su posterior coprocesamiento, reúso o reciclado, logrando así la circularidad de los envases de agroquímicos.

3.2 FORTALECER LA INFRAESTRUCTURA Y COBERTURA DE LOS SERVICIOS DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS

De acuerdo al Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos 2017-2018, la infraestructura autorizada para el tratamiento de los residuos peligrosos era el reciclaje con el 48% y el tratamiento con el 38%, y 12% era para un confinamiento final, la infraestructura para la reutilización e incineración era mínimo el porcentaje, siendo estos últimas infraestructuras, las necesarias para darle una valorización a este tipo de residuos.

Es importante la instalación de infraestructura para el tratamiento de residuos peligrosos y principalmente aquella que valore los residuos, disminuyendo al mínimo el confinamiento final y el reciclaje, ya que no se aprovecha ninguna característica o propiedad de estos residuos, el reciclaje sería la última opción ya que generan aguas residuales, emisiones a la atmósfera y generación otra vez de residuos peligrosos.

Otro punto importante es buscar las estrategias para que las empresas generadoras de residuos peligrosos cumplan con la obligación que marca la LGPGIR, por ejemplo registrarse como empresa generadora, elaborar manifiestos para cada movimiento realizado con los residuos peligrosos, contar con un Almacén Temporal de Residuos Peligrosos (ATRP), llevar el control de residuos peligrosos en el ATRP mediante una bitácora y los grandes generadores presentar cada año a la SEMARNAT la Cédula de Operación Anual. Debido a que lo anterior son obligaciones de los generadores de residuos peligrosos, se lograría tener un control mayor en el transporte, almacenaje y disposición final de los envases de plaguicidas, de acuerdo a la legislación mexicana en esta materia.

3.3 FORTALECER EL MARCO NORMATIVO PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS

En México existe legislación ambiental en la cual se hace referencia al manejo de los envases de plaguicidas. La Norma Oficial Mexicana NOM-003-STPS-1999 - Actividades agrícolas-uso de insumos fitosanitarios o plaguicidas e insumos de nutrición vegetal o fertilizantes-Condiciones de seguridad e higiene, menciona que el patrón debe tener en buenas condiciones los envases con insumos sanitarios y plaguicidas y que los envases que contuvieron insumos fitosanitarios o plaguicidas deben de someterse al triple lavado, para evitar su reutilización [8]. Cabe mencionar que la NOM-003-STPS-1999, es obsoleta además que en la mayoría de los campos agrícolas no se aplica y cuando se aplica no es en su totalidad. Debido a éstas deficiencias siguen desprotegidos las personas que manejan los plaguicidas incluyendo a niños y mujeres, algunas de ellas embarazadas [9].

La NOM-232-SSA1-2009, Plaguicidas: que establece los requisitos del envase, embalaje y etiquetado de productos grado técnico y para uso agrícola, forestal, pecuario, jardinería, urbano, industrial y doméstico, menciona que durante el manejo de plaguicidas se debe de evitar la contaminación de suelos, ríos, lagunas, arroyos, presas, canales o depósitos de agua, no lavando

o vertiendo en ellos residuos de plaguicidas o envases vacíos, así como manejar el envase vacío y los residuos del producto conforme a lo establecido en la ley general para la prevención y gestión integral de los residuos (LGPGIR), su reglamento o al plan de manejo de envases vacíos de plaguicidas, registrado ante la SEMARNAT [10].

De acuerdo al reglamento de la LGPGIR, los envases con residuos de plaguicidas deben ser almacenados en un lugar seguro que cuente con muro de contención, fosa para captación de residuos peligrosos líquidos en caso de un derrame, pasillos delimitados para realizar las maniobras de entrada y salida de los residuos peligrosos al almacén temporal de residuos peligrosos, señalética de seguridad, equipo contra incendio y los contenedores dentro del almacén deben de estar debidamente identificados, todo lo anterior con la finalidad de resguardar los envases de plaguicidas en un lugar que evite el riesgo de fugas o derrames fuera del almacén temporal de residuos peligrosos (ATRP), este reglamento también menciona que no deberán permanecer más de 6 meses dentro del ATRP [11].

La LGPGIR, en su Artículo 31, en su fracción IX, establece a los Plaguicidas y sus envases que contengan remanentes de los mismos como sujetos a un plan de manejo, y en el Artículo 67, en su fracción IX, prohíbe la incineración de residuos peligrosos que sean o contengan compuestos orgánicos persistentes y bioacumulables, entre ellos los plaguicidas organoclorados, siempre y cuando exista en el país alguna otra tecnología disponible que cause menor impacto y riesgo ambiental. En México no existe la suficiente tecnología para la disposición final de residuos peligrosos, lo que produce que muchos productores agrícolas opten por depositarlos en tiraderos clandestinos, quemarlos o en cuerpos de agua.

La guía para las buenas prácticas para la aplicación terrestre de plaguicidas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), recomienda que los contenedores vacíos de plaguicidas no deben volverse usar por los consumidores, no de deben ser productos de segunda mano, en caso de que los envases vacíos sean incinerados o enterrados debe hacerse de una manera controlada. Se recomienda regresarlo al proveedor para que vuelva a ser rellenados, la FAO recomienda el triple enjuague manual, dejar el envase libre de sustancias químicas y queda listo para desecharse, en caso de no poderse enterrar, incinerar o regresar al fabricante, los envases vacíos deben de lavarse o volverse inservibles ya sea romperlos o perforarlos [12].

3.4 ASEGURAR EL CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL DE LOS GENERADORES Y PRESTADORES DE SERVICIO EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS

En México existe legislación ambiental que contempla el manejo correcto de los plaguicidas y pertenece a acuerdos internacionales para el control de éstos. Existen deficiencias que provocan el incumplimiento de la legislación y continúan las intoxicaciones a las personas que están en contacto con los plaguicidas. En ésta legislación se busca un manejo seguro de los envases de plaguicidas, pero existen deficiencias que provocan el incumplimiento de la legislación y continúan las intoxicaciones a las personas que están con contacto con los plaguicidas, así como un manejo incorrecto de los envases vacíos de plaguicidas, los cuales tienen una disposición final muy diferente a la recomendada [13].

La falta de un programa eficaz de inspección y vigilancia por parte de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), provoca deficiencias en su aplicación, así como la falta de sanciones a las personas que no manejan a los envases vacíos de plaguicidas como un residuo peligroso.

Zepeda [14], menciona que en regiones donde el uso de plaguicidas es de manera desmedida, los productores agrícolas, la academia y el gobierno deben de reconsiderar aspectos de agroecológicos, económicos y culturales para lograr un manejo sustentable de las plagas en los cultivos y evitar de esta manera el daño a la salud de los jornaleros agrícolas. Se deben realizar investigaciones sobre el manejo de los envases vacíos de plaguicidas que tienen un fuerte impacto al suelo, agua y aire, así como la salud de las personas.

3.5 FORTALECER LA PARTICIPACIÓN DE LOS SECTORES SOCIAL Y PRIVADO EN ACTIVIDADES DE VALORIZACIÓN Y RECICLAJE DE RESIDUOS

Como parte de la economía circular, es importante promover las actividades de valorización de los envases vacíos de plaguicidas, así como su reciclaje, principalmente en las empresas de agroquímicos, buscando minimizar la generación de envases de plaguicidas que al final quedan como residuos peligrosos sin ningún control. Promover el darle un valor a los envases vacíos por medio de estrategias que permitan reducir el volumen de envases que van a dar al suelo, cuerpo de agua o que son incinerados sin control.

Crear mercados para materias primas recicladas, fomentando la industria de remanufactura y reciclaje, así como facilitar los materiales a aquellas empresas que se dedican al reciclaje y transformación de materias primas, así como a los fabricantes que estén empleando materias primas recicladas en sus procesos.

3.6 ESTRATEGIAS PARA UNA ECONOMÍA CIRCULAR DE ENVASES VACÍOS DE AGROQUÍMICOS

La economía circular busca proteger el medio ambiente y garantizar la salud de las personas, así como impulsar el análisis del ciclo de vida de los productos y la incorporación de criterios de ecodiseño, por lo tanto es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos para las empresas de agroquímicos:

Un aspecto importante es que las empresas de agroquímicos soliciten a sus proveedores envases para agroquímicos que estén fabricados con un material que les permita ser reutilizados con el mismo fin y que los envases puedan ser usados más de una vez para contener el mismo agroquímico. Con esto se reduce el volumen de residuos peligrosos producidos por envases vacíos de plaguicidas.

Es importante que los gobiernos elaboren y lleven a cabo programas constantes de capacitación a los productores primarios de los envases vacíos de agroquímicos, que son los trabajadores agrícolas, para evitar que sean depositados en el suelo, en caminos vecinales, en canales que conducen agua de riego o drenes agrícolas, o evitar que sean incinerados sin controles de los gases generados en la combustión o en tiraderos clandestinos.

Es necesario que el gobierno genere programas para la recolección de envases vacíos de agroquímicos o apoyar a los existentes como el que promueve Amocali AC, llamado campo limpio, este programa tienen el objetivo de recolectar los envases vacíos de agroquímicos en los campos agrícolas y darle un manejo adecuado a los envases. Este tipo de programas evita una disposición final incorrecta de los envases logrando así proteger el medio ambiente y la salud de las personas. Este programa cuenta con centros de acopio principal (CAP) y centros de acopio temporal (CAT), los CAPs pueden ser jaulas ubicadas estratégicamente para que los trabajadores agrícolas depositen los envases vacíos y posteriormente los envases almacenados en los CAPs son llevados a los CATs donde no permanecerán más de 6 meses hasta antes de ser llevados a empresas para darles incineración, reciclaje o coprocesamiento. El reciclaje es la disposición final que predomina con un 60% (Figura 1).

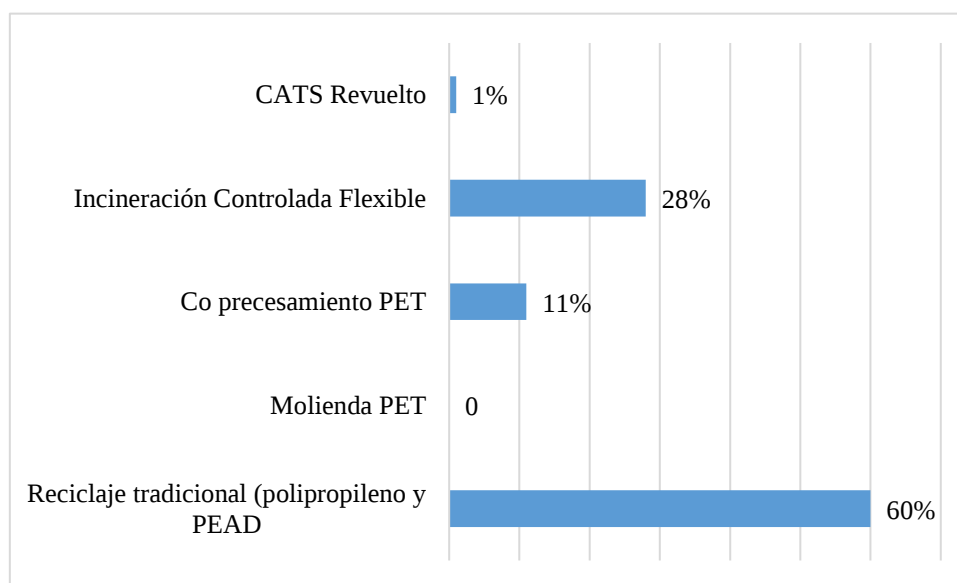


Fig. 1. Porcentaje de disposición final de los envases de agroquímicos

Fuente: Amocali AC

En la actualidad existen diferentes materiales para la fabricación de los envases que contendrán a los agroquímicos, entre estos se encuentran, polipropileno de alta densidad (PEAD), tereftalato de polietileno (PET), envases flexible metalizados de aluminio y polipropileno (PP). Los envases de material PEAD son los que más se disponen con un 50.4% (Figura 2).

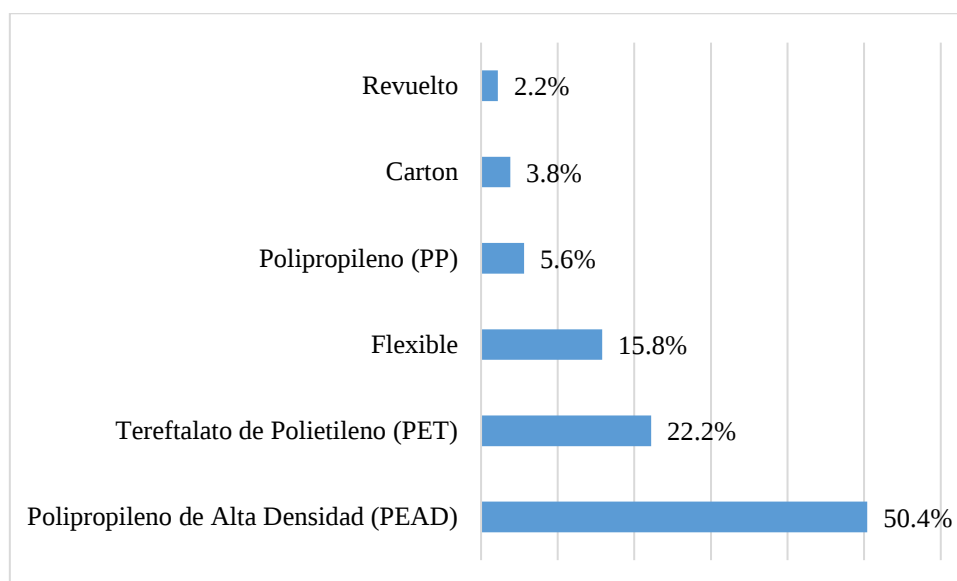


Fig. 2. Porcentaje de disposición final de acuerdo al tipo de material

Fuente: Amocali AC

Aumentar el número de empresas que den el servicio de recolección, transporte y tratamiento a los residuos peligrosos, permitirá que los generadores de residuos peligrosos incluyendo los envases vacíos de agroquímicos tengan un correcto manejo, los costos de transporte y disposición final se reducirían siendo una opción viable para los generadores en lugar de optar por tirarlos o quemarlos. Lo ideal es evitar o reducir al mínimo el confinamiento final de los envases vacíos de plaguicidas, ya que al darles una disposición final se está dejando de dar una segunda vida útil a los envases. El hecho de incinerarlos podría generar calor que se puede convertir a energía eléctrica, el reciclarlos permite producir envases nuevos de plástico y dejar de extraer hidrocarburos para elaborarlos, coprocesarlos permitiría a las empresas de agroquímicos volver a usar los envases para contener agroquímicos que serán vendidos a los trabajadores agrícolas. La intención con la economía circular es no generar residuos los cuales no sean aprovechados, la economía circular evita que un producto que fue utilizado se deseché existiendo la posibilidad de poderlos reincorporar a un proceso de producción, en lugar de ser dispuesto de manera definitiva en un confinamiento.

No tiene efecto la legislación ambiental mexicana en materia de residuos peligrosos si no se hace valer, es necesario hacer que los generadores de residuos peligrosos cumplan con un manejo correcto de los envases vacíos de agroquímicos.

4 CONCLUSIONES

Existen zonas en México con una agricultura altamente tecnificada donde el uso de agroquímicos es en grandes cantidades y de igual manera la generación de envases vacíos de agroquímicos. No existe conocimiento en los trabajadores agrícolas del impacto al medio ambiente y la salud que ocasiona el hecho de no manejar adecuadamente estos residuos peligrosos por lo que es importante implementar medidas para reducir el número de envases vacíos de agroquímicos que de manera incorrecta son dispuestos de manera definitiva en suelos, cuerpos de agua o incinerados sin control. La economía circular es una opción que permite reducir el volumen de residuos sólidos ya sea reincorporándolos a las empresas de agroquímicos para que sean usados nuevamente como contenedores de estas sustancias, o reciclados para convertirlos en envases de plástico nuevos o incinerarlos de manera controlada para generar energía eléctrica.

Se deben seguir estrategias para lograr una economía circular de los envases vacíos de agroquímicos:

- Capacitación y comunicación dirigidas a los productores primarios de los envases vacíos de plaguicidas, empresas de agroquímicos y autoridades acerca de la importancia de evitar la generación de residuos de un sólo uso y las consecuencias al medio ambiente y salud de las personas.
- Fortalecer la infraestructura y cobertura de los servicios de recolección, transporte, coprocesamiento, tratamiento y reciclaje de los envases vacíos de agroquímicos.

- Fortalecer el marco normativo para la prevención y gestión integral de residuos peligrosos así como la inspección para el cumplimiento de la legislación en materia de residuos peligrosos.
- Fortalecer la participación de los sectores social y privado en actividades de valorización y reciclaje de residuos peligrosos.

ALCANCE FUTURO

Realizar un inventario de los tipos y cantidades de envases vacíos de plaguicidas generadas principalmente en las regiones de México donde se practican una agricultura tecnificada y el uso de plaguicidas es en grandes cantidades. Con lo anterior apoyar a la asociación civil AMOCALI para aumentar la capacitación a los productores primarios de los envases y por consecuencia sea mayor la cantidad de residuos peligrosos recolectados y reducir así el impacto negativo al ambiente y salud de los agricultores agrícolas.

REFERENCIAS

- [1] Las revoluciones verdes en México y su impacto en el ambiente. Fundamentos de Ciencia. Oaxaca, México. <http://metodo2013.blogspot.com/2018/12/revoluciones-verdes-en-mexico-y-su.html>.
- [2] Ellen MacArthur, F., & McKinsey, C. (2015). Growth within: A circular economy vision for a competitive Europe. Foundation for Environmental Economics and Sustainability.
- [3] Esposito, M., Tse, T., & Soufani, K. (2018). Introducing a Circular Economy: New Thinking with New Managerial and Policy Implications. California Management Review. Sage Journals <https://doi.org/10.1177/0008125618764691>, 5-19.
- [4] Morató, J., Tollin, N., & Jiménez, L. (2017). Situación y evolución de la Economía Circular en España. Retrieved from COTEC.
- [5] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). Programa nacional para la prevención y gestión integral de los residuos 2017-2018. México, DF.
- [6] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). Visión nacional hacia una gestión sustentable: Cero residuos. México, DF.
- [7] Arciniega, M. y Morales, P. (2018). Estudio de las conductas de riesgo a la salud por el manejo de plaguicidas químicos en trabajadores agrícolas del distrito de riego 075, en el estado de Sinaloa. Libro Estudios de Desarrollo Sustentable. Universidad Autónoma Indígena de México.
- [8] Secretaría del Trabajo y Previsión Social (1993). NOM-003STPS-1993. Actividades agrícolas- Uso de insumos fitosanitarios o plaguicidas e insumos de nutrición vegetal o fertilizantes- Condiciones de seguridad e higiene. México DF.
- [9] Albert, L.A. 2019 ¿Funcionan hoy las leyes mexicanas para el control de los agroquímicos? La Jornada Ecológica. <https://www.jornada.com.mx/2019/04/28/ecologica223.pdf>.
- [10] Secretaría de Salud (2009). Norma Oficial Mexicana NOM-232-SSA1-2009, Plaguicidas: que establece los requisitos del envase, embalaje y etiquetado de productos grado técnico y para uso agrícola, forestal, pecuario, jardinería, urbano, industrial y doméstico. México, DF.
- [11] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2006). Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. México, DF.
- [12] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2001). Buenas prácticas para la aplicación terrestre de plaguicidas. Recuperado de <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/005/y2766S/y2766S00.pdf>.
- [13] Albert, L.A., 2019. Evolución del marco legal para el control de los plaguicidas en México. La Jornada Ecológica. <https://www.jornada.com.mx/2019/04/28/ecologica223.pdf>.
- [14] Zepeda J. I., (2017). Manejo sustentable de plagas agrícolas en México. Rev. Agricultura, Sociedad y Desarrollo vol. 15: pp.99-108. Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo, México.

PERFIL BREVE DE LOS AUTORES:

Marcia Beatriz Cuadras Valenzuela



Centro laboral: Universidad Autónoma de Occidente Unidad Regional Mochis - Los Mochis, Sinaloa.

Estudiante de Doctorado en Innovación y Administración de las Organizaciones.

Investigación

Actualización y rediseño curricular del plan de estudios de la licenciatura en Ingeniería Industrial y de Sistemas. Septiembre 2017 – Febrero 2018

Resumen “Manejo de envases vacíos de plaguicidas generados en actividades agrícolas en el Norte de Sinaloa, México” en II Simposio III Seminario Internacional de Educación Ambiental Y Desarrollo Sustentable. Septiembre 2020.

Publicación científica “Plan de manejo para envases vacíos de plaguicidas generados en actividades agrícolas en el Norte de Sinaloa” en Academia Journals, Octubre 2020.

Presentación “Plan de manejo para envases vacíos de plaguicidas generados en actividades agrícolas en el Norte de Sinaloa” en el Congreso Nacional de Tecnología y Ciencias Ambientales. Octubre 2020.

Miembro investigador de la Red de Estudios Latinoamericanos en Administración y Negocios - RELAYN, publicación de un capítulo en libro de la red: “Innovación e industria 4.0 en las micro y pequeñas empresas en América Latina”. Noviembre 2020

Marco Arturo Arciniega Galaviz



ESCOLARIDAD

Doctorado: Doctorado en Ciencias en Desarrollo Sustentable de Recursos Naturales (Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa).

Posdoctorado: Educación para la Diversidad Cultural (Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa).

PUBLICACIONES CIENTÍFICAS:

Título de la Publicación: Riesgos a la salud por exposición a plaguicidas químicos en trabajadores agrícolas del Valle del Carrizo, Ahome, Sinaloa.

Capítulo de libro: Libro Estudios de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, editado por la Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa

Título de la Publicación: Estudio del manejo de los residuos peligrosos generados en los talleres automotrices de la ciudad de Los Mochis, Sinaloa, México

Artículo científico: Publicado en la International Journal of Innovation and Applied Studies ISSN: 2028-9324. Fecha: 02 de septiembre del 2019

Título de la Publicación: Propuesta para el manejo adecuado de pilas residuales en la ciudad de Los Mochis, Sinaloa

Libro Digital: Academia Journals PDHTech, LLC San Antonio TX

ISSN 1946-5351, ISBN 978-1-939982-43-8. Fecha: 15 de febrero del 2019

Título de la Publicación: Conductas de riesgo a la salud por exposición a plaguicidas químicos en trabajadores agrícolas del Valle del Carrizo, Sinaloa

Libro Digital: Academia Journals PDHTech, LLC San Antonio TX Ebook Online

ISSN 1946-5351 ISBN 978-1-939982-41-4. Fecha: 26 de octubre del 2018

Título de la Publicación: Identificar las conductas de riesgo a la salud por el uso y manejo de plaguicidas químicos en trabajadores agrícolas del distrito de riego 075

Capítulo de Libro: Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa –UAIS.

Nombre del libro: Estudios de Desarrollo Sustentable

ISBN: 978-607-8569-51-9

Fecha: Diciembre del 2017

Título de la Publicación: Calidad del agua: caracterización espacial en época de sequía en el Rio Fuerte, Sinaloa, México

Artículo Científico: Revista: Ciencia desde el Occidente. ISSN: 2007-9575

Título de la Publicación: Caso de Estudio: Producción Orgánica de Chile Jalapeño (*Capsicum Annuum*L) en la Comarca Lagunera.

Capítulo de Libro: Recursos Naturales y Sistemas Productivos. ISBN: 748-968-210-573-8

PREMIOS, DISTINCIONES Y RECONOCIMIENTOS:

- Investigador del Sistema Sinaloense de Investigadores y Tecnólogos (SSIT), para el periodo 02 de marzo de 2020 a 01 de marzo del 2022.
- Miembro Activo de la Red Temática de Toxicología de Plaguicidas, durante el periodo enero-diciembre 2020, registrada en CONACYT Red Temática de Toxicología de Plaguicidas. (Enero del 2020)
- Aprobación por unanimidad con CUM LAUDEM de Disertación Pos-Doctoral (Educación para la Diversidad Cultural) Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa (UAIS). (11 de diciembre del 2019)
- Integrante del directorio de investigadores del Programa Delfin 2018, 2019 y 2020 Programa Interinstitucional para el fortalecimiento de la investigación y el posgrado del Pacífico. (04 de febrero del 2019)

TESIS DIRIGIDAS Y ASESORADAS

- 16 tesis dirigidas de nivel licenciatura en el área de Ingeniería Ambiental.
- 21 tesis asesoradas de nivel licenciatura en Ingeniería.
- 1 tesis asesorada de nivel maestría

Etude géochimique des roches carbonatées de l'est du territoire de Rutshuru: Cas de Bwisha, RD Congo

[Geochemical study of carbonate rocks in eastern Rutshuru territory: Case of Bwisha, DR Congo]

Landry Bahati Mudahera and Gloire Sadiki Barata

Département de Géologie, Université de Goma, Goma, Nord-Kivu, RD Congo

Copyright © 2021 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 sector of Bwisha presents a lithological diversity dominated by the Precambrian basement formations surmounted by the cover rocks which are mainly volcanic, sedimentary (lake and fluvial alluvium). The geochemical analysis allowed us to obtain the concentration of CaO and MgO in different samples. A total of 41 samples were analyzed in the Nyiragongo cement laboratory. After processing of result, the Rubare sector exhibited a high concentration of CaCO₃ (94, 5%) hence the presence of good quality of limestone. On the other side, the average concentration of Mgo of all samples is 2,58035024%, which proves that the dolomitization process is low.

KEYWORDS: Precambrian, dolomitization, Bwisha.

RESUME: Le secteur de Bwisha présente une diversité lithologique dominée par les formations de soubassement du précambrien surmonté par les roches de couverture qui sont essentiellement des roches volcaniques, sédimentaires (les alluvions lacustres et fluviales). L'analyse géochimique nous a permis d'obtenir les concentrations de Cao et de MgO dans les différents échantillons. Au total 41 échantillons ont été analysés dans le laboratoire de Nyiragongo ciment. Après traitement des résultats, le secteur de Rubare a présenté une forte concentration en CaCO₃ (94,5%) d'où la présence d'un calcaire de bonne qualité. Par contre, les teneurs moyennes en MgO de tous les échantillons est de 2,58035024% ce qui prouve que le processus de dolomitisation est faible.

MOTS-CLEFS: Précambrien, dolomitisation, Bwisha.

1 INTRODUCTION

Le Territoire de Rutshuru est situé sur la route RN2 à 68 Km de la ville de Goma à Est de la RD Congo, il compte deux chefferies: le Bwisha à l'Est et le Bwito à l'Ouest et est traversé par le rift albertin partagé entre l'Ouganda et la République Démocratique du Congo, le Graben Albertin constitue le prolongement septentrional de la branche occidentale de la vallée du Rift Est Africain. Avec une longueur d'environ 500 km du nord au sud et une largeur moyenne de 90 km, sa superficie est de plus de 40 000km². Il couvre les lacs Albert, George et Edouard [1].

D'une manière générale, la géologie de la région présente un soubassement précambrien surmonté par les roches des couvertures qui sont essentiellement des roches volcaniques, sédimentaires et des alluvions lacustres et fluviales [2]. L'étude géochimique des roches carbonatées qui occupent la majeure partie de notre secteur d'étude contribuera à une bonne détermination de la qualité et du type de ces roches. Bwisha étant l'un des deux chefferies du territoire de Rutshuru; notre étude permet de relever le contexte géochimique des roches carbonatées de Bwisha.

Bien que les roches carbonatées soient nettement moins abondantes que les roches détritiques, l'objectif de notre étude est de déceler leur importance géologique et économique à partir des résultats de l'analyse géochimique effectuée dans le laboratoire de la société Nyiragongo Ciment à Goma; les résultats seront traités grâce au logiciel Excel.

2 CADRE GEOLOGIQUE

2.1 GEOLOGIE REGIONALE

Le Graben Albertin constitue la terminaison nord de la branche ouest du Rift Est africain. Un rift est un fossé d'effondrement (graben) limitée par deux failles bordières sud/nord qui soulignent l'écartement de deux plaques. Le Rift Albertin orienté sud/nord, est long de plusieurs centaines de kilomètres avec une largeur variable de quelques dizaines de kilomètres. L'ouverture du Rift a débuté au Miocène, il y a environ 20 millions d'années, et les sédiments qui s'étaient déposés antérieurement entre les deux grandes failles ont commencé à s'enfoncer. Au fur et à mesure de son écartement et de son effondrement, le fossé a été le lieu d'une sédimentation le plus souvent lacustre (encore encours actuellement) et d'un volcanisme soutenu (également encore en cours) [3].

2.1.1 LA COUVERTURE

Le terrain de couverture de cette région est d'âge antérieur et postérieur à l'ouverture du Rift, occupe tout le fossé d'effondrement. Il est constitué de formations géologiques d'âge Carbonifère (les plus anciennes et les plus profondes, datant d'environ 300 millions d'années) à Pléistocène (les plus récentes, moins de 2 millions d'années). D'une épaisseur d'environ 6.000m, elles sont constituées des roches d'origine continentale modérément fossilifères et affectées par des failles et gauchissements dues aux mouvements d'effondrement et d'écartement.

Ces formations d'origine sédimentaire affleurent dans l'escarpement occidental du rift et contiennent une série sédimentaire relativement épaisse, composée de gravier, sables et d'argile du pléistocène. Dans cette région, la stratigraphie a été établie dans le Parc National de Virunga, principalement dans la vallée de la Semliki de la base au sommet comme suit:

Les couches de LUSSO (série de Kaïso): il s'agit des couches d'argiles gonflantes, des limons et de sables fins où s'intercalent des bancs limonitiques largement étendus associés à des accumulations coquillères, des restes de vertébrés et de bois putréfiés dont l'âge est estimé au pléistocène;

La couche de semliki avec 23 à 30 m d'épaisseur, l'âge estimé est du pléistocène.

Ce sont des formations sableuses dans la moyenne Semliki paraissant se prolonger sous une moindre puissance de la Haute Semliki (du côté de Rutshuru).

- **Complexe anonyme**

Age probable: pléistocène moyen à supérieur

De grandes variétés de situations dont les détails restent à analyser. On y trouve de dépôts fluviatiles de paléosol, de concrétions remaniées et des colluvions.

- **Couche d'Ishango et tuffs de Katwe**

Age estimé: pleistocene à Holocène inférieur.

Ces formations sont imbriquées en langues et lentilles; les premières sont des dépôts de terrasses lacustres et fluviatiles et les secondes sont issues de champ d'explosion de Katwe et constituent une ouverture sur les plateaux semi-continus d'ailleurs.

- **Couches récentes**

Il s'agit d'alluvions récentes résultant de dépôts et de ravinement de l'Holocène moyen à supérieur et obscurcissent souvent les formations les plus anciennes.

Il faut souligner par ailleurs la présence d'une couverture des roches volcaniques, il s'agit des laves et des projections volcaniques diverses bien représentées dans les grabens [4].

2.1.2 LE SOUBASSEMENT OU SUBSTRATUM

Les formations du soubassement protérozoïque (au-delà de 550 millions d'années, autrefois appelé le précambrien) sont composées de schistes, de calcaires et de gneiss (Archéen, le plus ancien, au-delà de 2,5 milliards d'années, et le plus profond).

Le terrain précambrien correspond au prolongement de la chaîne kibarienne du Katanga d'âge 1.400-900 Ma et qui occupe la majeure partie du Kivu en générale. Il englobe les terrains antérieurement rattachés au ruzien, burundien et aux formations de l'Itobwe.

2.1.3 STRUCTURAL

Sur le plan structural, le Graben Albertin peut être divisé en trois domaines: domaine sud (graben Edouard), domaine central et domaine nord (graben Albert/Semliki). Des systèmes de failles résultant d'importants mouvements tectoniques ont joué un rôle important dans la formation des pièges à hydrocarbures.

Les deux grabens sont séparés par un large bloc de socle Précambrien, le mont Ruwenzori qui culmine à 5.100 mètres d'altitude. Des failles transverses sont associées à ce bloc. Le système Nord du lac Kivu-Edouard-Albert est délimité par un réseau complexe des failles normales ne montrant aucune correspondance avec les structures précambriennes. Il montre une orientation générale N-S à NE. Des mouvements tectoniques importants accompagnés d'un mécanisme général d'extension NW-SE, affectent toute la région au Néogène et au quaternaire [5].

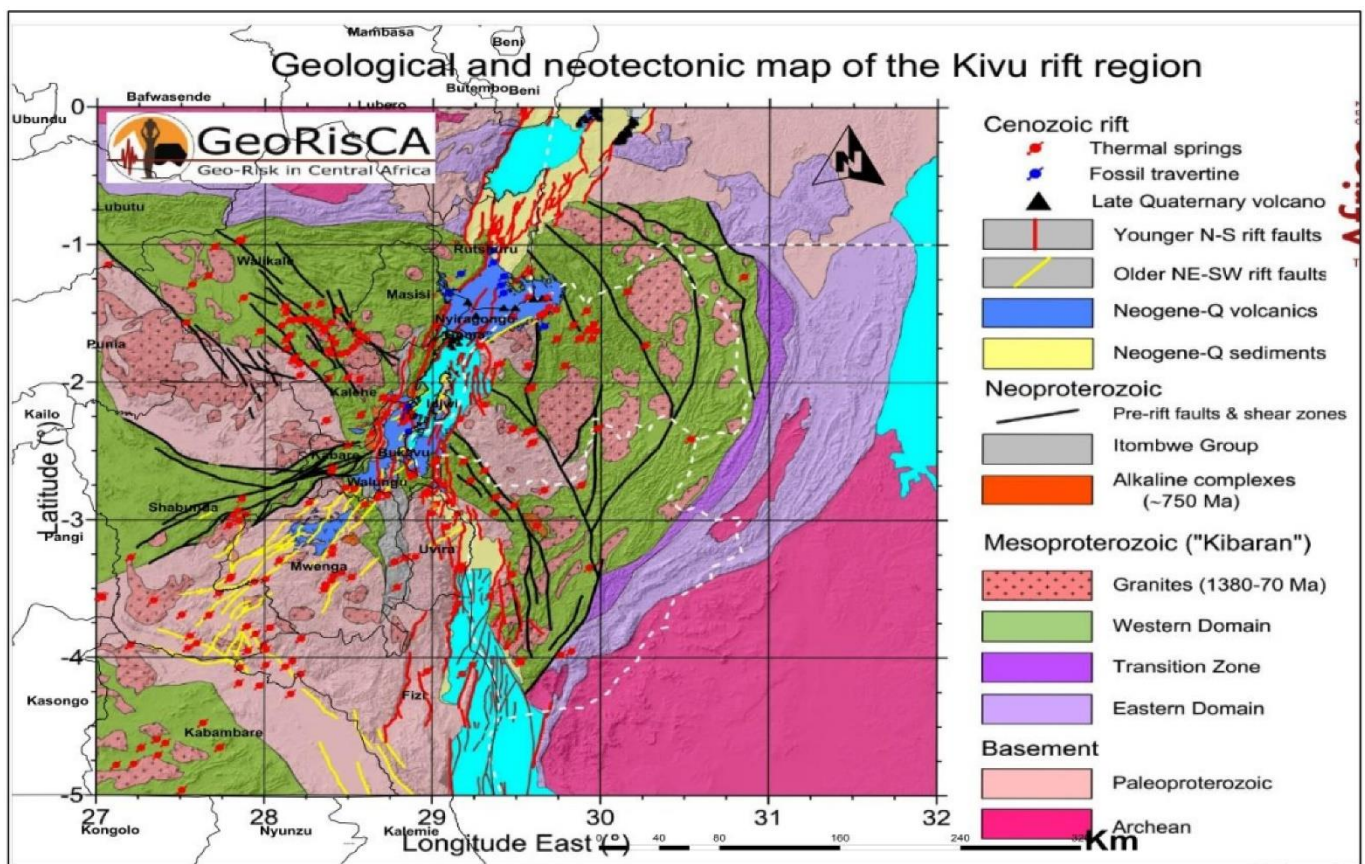


Fig. 1. Carte géologique et néotectonique de la région du rift du Kivu

2.2 GEOLOGIE LOCALE

2.2.1 TYPE DE LA LITHOLOGIE

Le secteur de Bwisha présente une diversité lithologique dominée par les formations de soubassement du précambrien surmonté par les roches de couverture qui sont essentiellement des roches magmatiques volcaniques, sédimentaires et des

alluvions lacustres et fluviales. Ces roches affleurent beaucoup plus dans sa partie Sud-Est précisément dans les villages (Nyahanga, Buvunga, Kahunga, Rubare, Musengo et Biruma) [6].

Jusque-là la cartographie effectuée sur terrain durant la période de la campagne sur terrain, nous avons identifiée des roches basaltiques, carbonatées, les grès ainsi que les conglomérats qui sont des roches constitutives de notre secteur d'étude (fig.2)



Fig. 2. Quelques images des lithologies du secteur de Bwisha
A: roches carbonaté (calcaire) surmonté par les basaltes. B: Grès conglomératique. C: roches carbonatées (calcaire)

Les roches volcaniques identifiées dans notre secteur d'étude sont des basaltes typiques des magmas transitionnels des zones distensive contenant de l'olivine magnésienne; Au-delà des roches basaltique, la couverture comporte des roches Carbonatées ayant une grande importance du point de vue géologique et économique car une grande partie des fossiles sont trouvés dans les calcaires et d'autres part, la répartition des faciès carbonatés dans le fossé d'effondrement a une grande importance paléogéographique, de plus, la présence des roches carbonatées et leurs nature ont une grande importance physiographique.

Les roches carbonatées identifiées dans notre secteur d'étude sont des calcaires fissurés et/ou Altérés qui constituent le réservoir pétrolier de la chaine de Virunga.

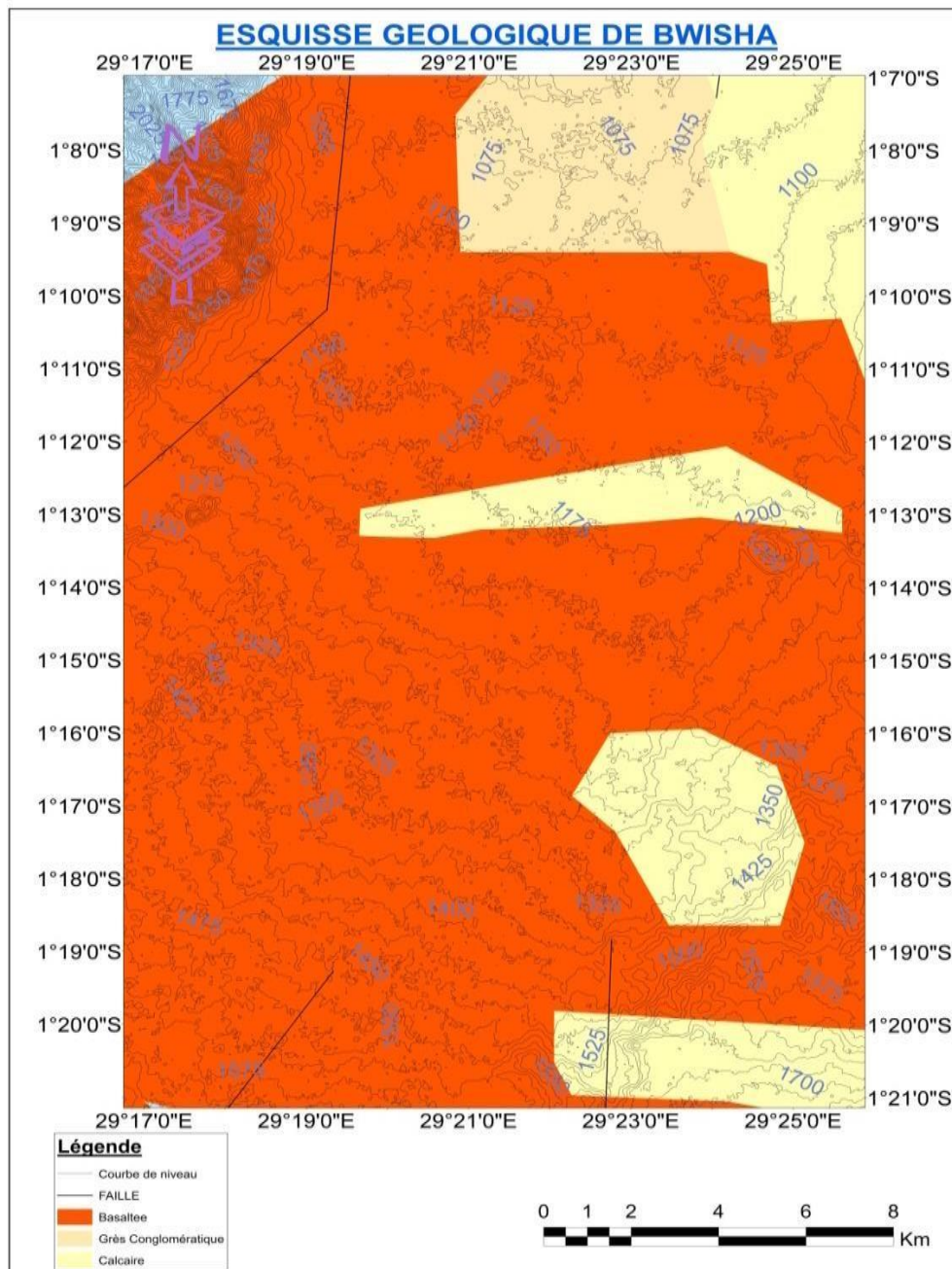


Fig. 3. L'esquisse lithologique de Bwisha

3 CADRE GEOCHIMIQUE DES FORMATIONS CARBONATEES DU SECTEUR DE BWISHA

Les travaux de terrain effectués dans le secteur de Bwisha nous ont permis de prélever les échantillons des calcaires et les grès conglomératiques. Un total de 41 échantillons avait été prélevé dont 36 échantillons de calcaires et 5 échantillons des grès conglomératiques. Nous précisons qu'on ne trouvera pas ici les tableaux d'analyses chimiques du laboratoire mais plutôt les histogrammes de distribution des teneurs et de discussion sur l'évolution sur teneur sur terrain.

Les échantillons recueillis ont été analysé au laboratoire de Nyiragongo Ciment à Goma (du 16 Septembre au 2 novembre 2020).

3.1 TRATEMENT ET INTERPRETATION DES RESULTAS DE LABORATOIRE

Partant de ces résultats ci-dessus il est clair, en général, que tous les sites (Nyahanga, Buvunga et Rubare) ont une teneur très élevée en calcaire (>91% en moyenne) tandis que le site de Kahunga affiche une baisse en Calcaire (75,72% en moyenne). Le $MgCO_3$ présente une très faible teneur. Ce qui explique une très bonne qualité de ces calcaires et voici la répartition graphique de résultat selon la concentration en $CaCO_3$ et $MgCO_3$:



A. NYAHANGA

La teneur moyenne est de 91,71% en calcaire ($CaCO_3$) et affleurent vers la partie Ouest, Sud et Nord Est de Nyahanga.

B. BUVUNGA

La moyenne de teneur est de 93,89% de $CaCO_3$ et le calcaire affleure dans toute la concession de Buvunga.

C. KAHUNGA

La concession de Kahunga montre une teneur en 75,72% de calcaire. Cette diminution en pourcentage en calcaire est due à l'alternance entre le calcaire et l'argile ainsi que le calcaire et le conglomérat. Une bonne qualité de calcaire pourrait se trouver probablement en profondeur.

D. RUBARE

La teneur moyenne de ce site est de 94,54% de calcaire.

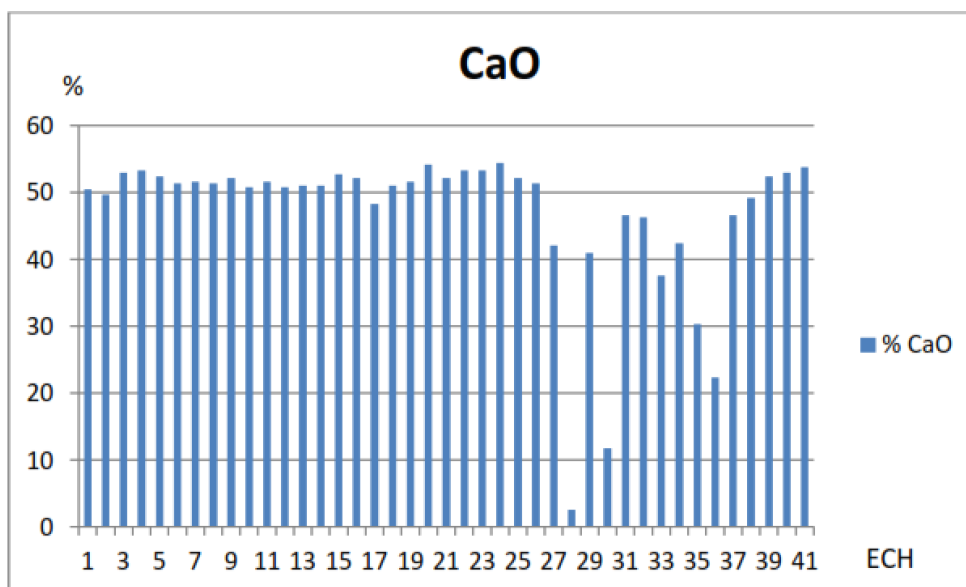
3.2 DISTRIBUTION DES ÉLÉMENTS

Etant donné que les roches carbonatées sont caractérisées par le CaO et le MgO , nous allons porter notre attention sur ces deux éléments.

HISTOGRAMMES DE DISTRIBUTION DES TENEURS DANS LES ÉCHANTILLONS

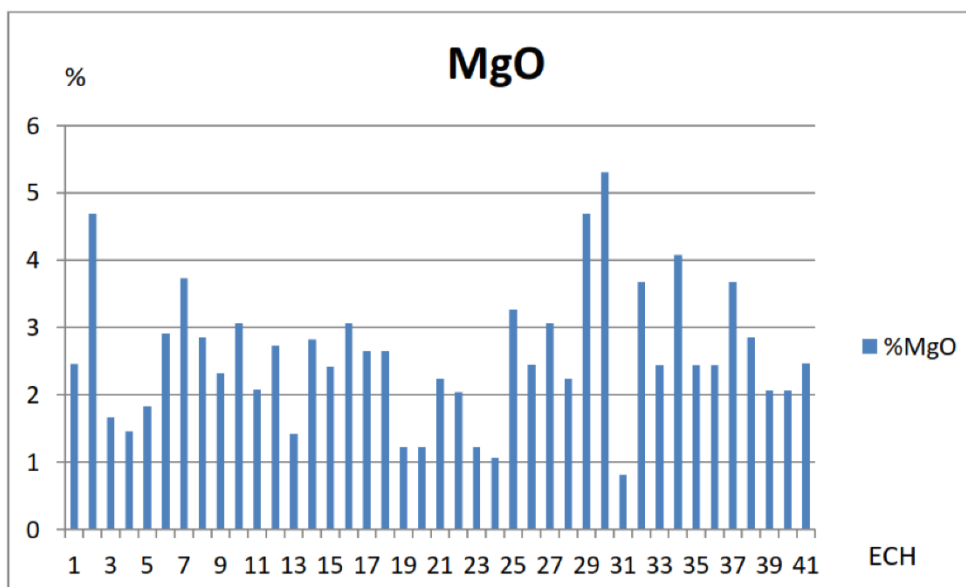
Dans cette partie, nous allons dresser des histogrammes de chaque élément dans tous les échantillons. Elles permettront de suivre l'évolution de teneurs des éléments évoluent dans chaque échantillon et de faire une analyse comparative d'abondance des éléments entre eux aussi entre les échantillons pour un même élément.

DISTRIBUTION DE CAO



On constate que la teneur en Cao est élevée dans le calcaire de Buvunga (échantillon 24) soit 54,39%. La teneur la plus basse se retrouve dans les argiles de Kahunga (échantillon 28) soit 2,52%. De ce qui précède nous pouvons dire que nos échantillons sont enrichis en certains endroits et appauvris en d'autres endroits. La teneur moyenne en Cao dans tous les échantillons est de 46,9187805%, ceci prouve que nous sommes dans le domaine des marnes c'est-à-dire les calcaires mélangés avec les argiles.

DISTRIBUTION DE MgO



On constate que les teneurs en MgO varient de 5,3% dans les argiles de Kahunga. (Echantillon 30) et 0,81% dans les calcaires de Kahunga (Echantillon 31), La teneur moyenne dans tous les échantillons est de 2,58035024%. Partant des informations ci haut, nous pouvons dire que le processus de dolomitisation est faible, c'est-à-dire on est toujours dans le domaine de calcaire.

4 CONCLUSION

Comme dans la plupart des terrains de l'Est de la RD Congo, la formation géologique de Bwisha présente un soubassement précambrien surmonté par les roches de couvertures qui sont essentiellement des roches magmatiques volcaniques, sédimentaires et des alluvions lacustres et fluviales.

L'analyse géochimique des échantillons nous a permis d'obtenir les concentrations de Cao et de MgO. Au total 41 échantillons ont été analysés dans le laboratoire de Nyiragongo ciment. Après traitement des résultats, le secteur de Rubare a présenté une forte concentration en CaCO₃ soit 94,5%, alors que le secteur de Kahungu a montré une concentration considérable de 75,72% en CaCO₃ due à la présence des formations argileuses voisines. Cette concentration atteste la présence du calcaire de bonne qualité. Par contre les teneurs moyennes en MgO de tous les échantillons est de 2,58035024% ce qui montre que le processus de dolomitisation est faible.

REMERCIEMENT

La réalisation de cette étude tient également au concours du géologue Roger NKOKORI, qui nous avait accompagnés sur le terrain lors de nos recherches.

REFERENCE

- [1] Hany S., Cécile B., Alain M., Jean P., Jacques B., Evaluation Environnementale Stratégique de l'exploration/exploitation pétrolière dans le nord du Rift Albertin (Provinces du Nord-Kivu et de l'Orientale), Rapport, 2012, 16p.
- [2] Roger C., Géomorphologie, Armand Colin, Paris, 1977, 31p.
- [3] Musisi J., The Neogene-Quaternary geology of the lake George Edward basin Uganda, Thesis, Sc, Vrije Univ, Brussels, Belgique, 1991, p.
- [4] André V., Manuel de sédimentologie, Edition technip, Paris, 1967, 233p.
- [5] Zana N., The seismicity of the Western Rift Valley of Africa and related problems, Doctorat Thesis, Tohoku Univ., Sendai, Japan, 1977.

Modèle Système d'Information et Big Data: Étude de cas (Mutuelles de Santé au Maroc)

[Information System Model and Big Data: Case of study (Moroccan Health Insurance Companies)]

Ghita Hajraoui¹ and Jamal Zahi²

¹Doctorante en Sciences économiques, Centre des études doctorales, Laboratoire de Modélisation Mathématique et Calculs Économiques (LM2CE), Faculté d'Économie et de Gestion, Hassan First University, Maroc

²Enseignant chercheur en économie, Laboratoire de Modélisation Mathématique et de Calculs Économiques (LM2CE), Faculté d'Économie et de Gestion, Hassan First University, Maroc

Copyright © 2021 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 information systems of health insurance companies in Morocco have presented countless problems, among which we count the inability to be adapted to the current economic and socio-cultural context. Indeed, the current information systems are considered obsolete: it doesn't allow communication between internal subsystems as well as with external partners. As a result, the insurance companies have to face a situation where the loss of income due to this outdated system could ultimately turn into heavy losses. So, an overhaul of these systems can be considered as an obligation and not a choice. In this situation, involving Big Data information in order to have more efficient systems might be considered as a possible solution. This article will therefore be an attempt of information system conception that could allow insurance health organizations to combine traditional data and Big Data for a more performant insurance system.

KEYWORDS: Information system, Big Data, Insurance, Connected objects, Morocco.

RESUME: Les systèmes d'information des mutuelles de santé au Maroc ont présenté d'innombrables limites ne leur permettant pas de s'adapter au contexte économique et socioculturel actuels. En effet, les systèmes d'informations adoptés se sont avérés obsolètes, et ne permettent aucune communication entre les sous-systèmes internes ainsi qu'avec les partenaires externes. Ce qui fait que les assureurs se trouvent dans une situation où le manque à gagner lié à ce système archaïque pourrait in fine se transformer en lourdes pertes. Une refonte des systèmes se trouve d'ores et déjà une obligation et non un choix. Compte tenu des impératifs actuels, l'intégration du Big Data pour avoir des systèmes plus performants peut être considérée comme une solution envisageable. Cet article sera donc une ébauche d'une éventuelle conception d'un système d'information permettant aux mutuelles de santé de combiner les données classiques et les données Big Data pour un système d'assurance plus performant.

MOTS-CLEFS: Système d'information, Big data, Assurance, Objets connectés, Maroc.

1 INTRODUCTION

L'assurance est présente depuis des décennies dans la vie de l'être humain. Avec le développement des sociétés, la gestion des risques devient une activité complexe et son évaluation devient de ce fait problématique. La numérisation des activités envahit tous les domaines et tous les secteurs. La rencontre entre l'assurance et le développement technologique donne une approche multidimensionnelle.

Ainsi, les bases de l'assurance vont être bousculées par l'avènement du Big Data. En effet, sans doute du fait de sa longue histoire, l'assurance se base sur une poignée de concepts fondamentaux comme la mutualisation des risques ou la tarification non linéaire [1]. Simultanément, les sources de données ont connu la même croissance exponentielle à la fois en quantité et en diversité. La multiplication, la diversification des objets connectés, des capteurs de toutes natures, à la fois dans la sphère sociale et dans les processus de production, ont conduit à ce phénomène de déluge de données disparates qui a pris pour nom big data.

De cette sorte, la rencontre de ce nouveau big data désormais omniprésent, et de l'assurance tout aussi omniprésente depuis longtemps, est multiple, plurielle, extrêmement diverse [1].

En 2011, l'institut McKinsey définit le Big Data comme étant des ensembles de données dont la taille dépasse la capacité des outils logiciels de base de données classiques à collecter, stocker, gérer et analyser [2]. Le terme Big Data s'applique aux informations qui ne peuvent pas être traitées ou analysées à l'aide de processus ou d'outils traditionnels [3], et aussi sur les outils, les processus et les procédures permettant à une entreprise de créer, manipuler, stocker et gérer des ensembles gigantesques de données [4]. Le Big data peut désigner à la fois « la production de données massives et le développement de technologies capables de les traiter afin d'en extraire des corrélations ou du sens » [5].

Si aucune définition universelle ou précise n'a pu être attribuée au terme Big Data, ceci revient à sa nature complexe et polymorphe qui change dépendamment du contexte et du domaine en question. Néanmoins, dans leur diversité, les définitions du concept du Big Data reprennent des notions similaires. Ainsi, le Big Data peut être considéré comme un ensemble volumineux de diverses données complexes et en croissance régulière émanant de différentes sources. Le terme peut aussi avoir un sens plus large et désigner les multiples méthodes, processus et technologies dédiés à créer, gérer et à exploiter les données.

2 INFORMATION, BIG DATA ET ASSURANCE

Le problème central auquel sont confrontées les entreprises d'assurance d'une manière générale et les mutuelles de santé de façon particulière est de pouvoir anticiper les risques, suivre en permanence l'évolution de l'environnement, des besoins et des attentes des différents partenaires. C'est pour répondre à ce besoin d'information que le concept de système d'information a été développé, lequel est un outil de gestion permettant d'acquérir et de disséminer les informations à tous les niveaux de l'organisation en vue de faciliter la prise de décision. L'objectif d'un système d'information est d'intégrer dans un ensemble cohérent les données quelles que soient leur nature ou leur origine et de les diffuser sous la forme d'un flux standard continu d'informations.

De ce fait, la collecte et l'analyse des informations constituent pour les assureurs, un point essentiel dans le processus de résolution de problèmes. Dès lors qu'une difficulté est décelée, il faut aller à l'information pour la traiter puis en ressortir une décision qui sera mise en œuvre. L'information s'avère donc un élément important qui impacte la stratégie des compagnies d'assurance et sa qualité influence directement la qualité de la décision.

Le secteur de l'assurance et plus précisément celui de l'assurance santé se trouve confronté à l'enjeu majeur qu'est l'utilisation des données Big Data dans ses stratégies de développement. Ces données sont en mesure d'apporter une connaissance précise relative aux assurés permettant d'adapter les contrats et les prestations. Les assureurs doivent donc d'une part être capables de récolter et d'exploiter les données véritablement utiles pour augmenter la valeur ajoutée de leur prestation, et le niveau de satisfaction des clients, et, d'autre part, être organisés et structurés informatiquement, pour pouvoir à la fois stocker les données de façon pertinente, et savoir les manipuler.

Le Big Data présente ainsi de nouvelles opportunités pour les assureurs. Il permet de mettre en place un changement radical dans la façon d'appréhender le risque grâce à une meilleure connaissance des assurés. Par conséquent, la fixation du montant des primes est plus personnalisée et donc plus équitable puisqu'elle se fait en fonction du risque évalué.

Étant donné que le principe de l'assurance consiste en la couverture d'une perte éventuelle liée à un risque déterminé mais dont la survenance reste plausible et future, la mise en place d'un système d'information permettant de réaliser des analyses prédictives se trouve au cœur des préoccupations des compagnies. Ces dernières avaient pour habitude d'utiliser comme critères d'évaluation du risque, les données fournies par les assurés lors de la souscription des contrats ou de l'historique de leurs sinistres et c'est ainsi que la prime de risques est déterminée.

Aujourd'hui les assureurs se prêtent également au jeu de "la digitalisation". L'avènement de l'ère numérique a complètement changé la donne. La collecte des données peut se faire en temps réel et peut varier d'un moment à l'autre. L'assureur peut également disposer d'une meilleure visibilité et de mettre en place un système proactif lui permettant d'anticiper les besoins des assurés ainsi que les tendances du marché.

Tous ces éléments font que la façon de concevoir l'information s'est complètement métamorphosée puisque les assureurs font face à son abondance plutôt qu'à sa pénurie d'antan.

Le développement du Big Data se fait parallèlement avec la propagation de l'utilisation des objets connectés appelés désormais "Internet des objets". Ces derniers ont un impact incroyable sur le mode de vie des assurés duquel ils font partie intégrante. De même,

les réseaux sociaux et la diversité des informations qui y sont postées et partagées constituent une source remarquable de données Big Data à condition que celles-ci soient utilisées avec grande précaution pour n'en prendre que ce qui est pertinent.

Pour résumer on peut dire qu'internet ainsi que les innombrables utilisations possibles des smartphones et des objets connectés participent grandement à la production des données pouvant aujourd'hui être exploitées par les compagnies d'assurances. Ainsi, pour suivre la tendance et pouvoir tirer profit des informations faramineuses ainsi produites, les assureurs se voient donc obligés de suivre la vague et de reconcevoir leur système d'information.

L'abondance des informations fournies que cela soit à travers internet ou les objets connectés a donné naissance au métier de "collecteur de données". Selon Thourot et Folly (2016), les données fournies par les objets connectés et vendues à un assureur est jusque-là une démarche théorique non encore appliquée [6].

Plus concrètement, vendeurs d'objets connectés, gestionnaires de réseaux sociaux et de moteurs de recherche disposent de données le plus souvent spontanément fournies par les individus. Le rôle du collecteur de données sera, comme son nom l'indique, de collecter les informations et de les "nettoyer" afin de pouvoir les traiter et les vendre. Jusqu'au jour d'aujourd'hui, ce marché reste dominé par 5 principaux acteurs rassemblés sous un même sigle GAFAM: Google, Amazon, Facebook, Apple et Microsoft. "Le data est une résultante de leur activité initiale, et devient leur source de richesse" [6].

L'avènement du Big Data modifie en profondeur divers aspects du métier de l'assureur. Offre de services, tarification, gestion des contrats et lutte contre la fraude sont tous des aspects qui ont connu de grands changements.

- Big data et offre de service:

Pendant plusieurs années, marketing et assurances ne faisaient pas bon ménage. En effet, il était difficile de concevoir la mise en place d'une stratégie marketing pour des services auxquels le client ressent l'obligation de souscription. De ce fait, les actions dans ce sens se limitaient au strict minimum et la proposition de services innovants n'était certainement pas d'actualité.

Grâce à la révolution digitale dont le Big Data n'est qu'une partie, le client peut avoir un accès plus rapide aux services proposés par son assureur. En même temps, ce dernier peut collecter des informations le concernant en temps réel à travers les applications qu'il utilise. Ceci permettrait à l'assureur d'avoir à la fois une meilleure connaissance de son client et de pouvoir développer de nouveaux services.

- Big data et tarification:

Les données Big Data donnent la possibilité à l'assureur de corriger le problème d'asymétrie de l'information qui résulte de la relation classique entre lui et son assuré. En effet, ce dernier ne donne à son assureur que l'information qu'il veut dans le cadre d'un questionnaire médical standard quasiment incomplet et dont la véracité de l'information ne peut être vérifiée.

La méthode de tarification actuelle est le résultat d'un calcul de tarifs moyens suivant la loi des grands nombres¹. Le résultat est que certains assurés continuent à payer trop cher leur prime et ce, pour financer d'autres assurés dont le risque que survienne le sinistre reste plus élevé. Dès lors que le client actuel devient de plus en plus averti et exigeant, les compagnies d'assurance ne peuvent plus se permettre d'adopter cette approche.

Le Big Data permet à l'assureur d'appréhender la tarification autrement en déterminant des facteurs d'aggravation ou de minoration du risque et ce, en se basant sur des calculs de probabilités comportementales. Ainsi, une liste de risques peut être définie de façon beaucoup plus exacte assurant un meilleur suivi de la tarification.

- Big data et gestion des contrats:

Le Big Data améliore considérablement le processus de gestion des contrats. Ce volet du métier de l'assureur consiste en la modification des termes du contrat, la gestion des sinistres, la prévention et la résiliation. Ces tâches jouent un rôle considérable dans la création d'un avantage concurrentiel entre les différentes compagnies d'assurance. Aujourd'hui, la digitalisation qui se matérialise par l'existence des applications qui rendent le processus automatique et où la mise à jour des informations peut se faire en temps réel. En

¹La loi des grands nombre stipule « qu'une moyenne effectuée sur un échantillon s'approche de la moyenne sur tout l'ensemble lorsque la taille de l'échantillon croît. » Bernard PIRE, « ARS CONJECTANDI, Jacob Bernoulli », Encyclopædia Universalis [en ligne], consulté le 13 décembre 2019. <http://www.universalis.fr/encyclopedie/ars-conjectandi/>

même temps, ces mêmes applications constituent d'une part un outil incontournable de personnalisation de la relation avec l'assureur et d'autre part un moyen de collecte de données Big Data.

- Big data et lutte contre la fraude:

La fraude reste la facette la plus délicate du métier de l'assureur et contre laquelle les compagnies tentent de s'armer compte tenu des coûts qu'elle engendre. Ainsi, la multitude des informations collectées sur les assurés permet de mettre en place un modèle prédictif qui dresse des profils de personnes aux comportements potentiellement frauduleux. La compagnie peut ainsi mettre en place des mesures de protection allant même jusqu'à la résiliation du contrat en cas de risque avéré.

3 DÉFIS ET PERSPECTIVES DE LA DIGITALISATION DES MUTUELLES SANTÉS

Les régimes d'assurances au Maroc remplissent une fonction importante de couverture de risques. Néanmoins, ces régimes montrent certaines limites, en demeurant fragmentaires, limités, inégaux et fragiles. Le tout récent rapport² sur la protection sociale réalisé par le C.E.S.E (Conseil économique, social et environnemental) conforte ce constat et stipule qu'une refondation du système de sécurité et d'assistance sociales se trouve urgente [7] afin d'assurer au citoyen une couverture décente et équitable à toutes les étapes de son cycle de vie.

Aussi, parmi les principaux défis auxquels fait face le régime des assurances au Maroc, on note des difficultés de la mise en place d'un système d'information efficace permettant une meilleure connaissance des assurés et donc une meilleure prévision des risques.

Malgré les efforts qui ont été fournis dans ce sens, l'assurance santé au Maroc présente certaines limites en termes de couverture, d'équité et de qualité [8]. Parmi les problèmes relevés au niveau de ce même rapport, on note "l'absence de toute coordination entre les différents régimes en matière d'affiliation et d'immatriculation, du système d'information, de communication, etc." Bien que des avancées aient été réalisées durant les années suivantes, le constat reste toujours d'actualité. Ainsi, on peut dire que de façon générale les systèmes d'information des mutuelles de santé au Maroc sont peu fiables, obsolètes et loin de s'adapter au contexte actuel de révolution digitale.

Ceci revient à plusieurs raisons d'ordre social, juridique et culturel. Dans un article publié par Hespress FR³ le 22 février 2020, il a été noté un retard notable du pays dans la digitalisation des activités liées au secteur de la santé. Selon la même source, « la culture de la digitalisation des services, et même l'utilisation d'applications intelligentes dans ce secteur, ou en général, n'est pas encore à un stade important ». Preuve en est, les chantiers de la mise en place des systèmes d'information et donc des prémices d'une digitalisation n'ont démarré au niveau de la CNSS (Caisse Nationale de la Sécurité Sociale) et de la CNOPS (Caisse Nationale des Organismes de Prévoyance Sociale) qu'à partir de 2006. Toutefois, le principal défi demeure l'absence d'un cadre juridique alliant à la fois les risques liés de la digitalisation et prenant en compte les spécificités du secteur. Il faut signaler dans ce sens, que le Maroc est tout de même considéré comme un précurseur dans le continent Africain grâce à la promulgation de la loi 09.08 sur la protection des données personnelles qui a donné naissance au CNDP (Commission Nationale de Contrôle de Protection des Données à Caractère Personnel) et dont le but est d'encourager la digitalisation des divers secteurs.

Malgré tous ces défis auxquels la digitalisation des mutuelles santé est confrontée, il n'en demeure pas moins que le potentiel marocain est énorme. D'après une enquête dont l'A.N.R.T (Agence Nationale de Réglementation de Télécommunication) a publié les résultats sur son rapport annuel de l'année 2017, près de 73% des marocains dont l'âge dépasse 5 ans équipés d'un téléphone mobile détiennent un smartphone. La tranche la plus équipée reste les jeunes entre 5 et 39 ans avec un taux avoisinant les 80% soit plus de 22,6 millions de smartphones. 86% de ces personnes utilisent leurs smartphones pour se connecter à internet et 93% utilisent les applications mobiles. 94.3% des marocains, majoritairement âgés entre 15 et 24 ans, sont adeptes de réseaux sociaux. 80% de ces utilisateurs se connectent dessus de façon quotidienne [9].

Concernant l'utilisation des objets connectés, une étude récente publiée en 2019 affirme que seuls 9.6% des marocains possèdent une smartwatch et 5.6% disposent d'un capteur physique. Selon la même étude, le pourcentage des marocains qui connaissent le concept des objets connectés frôle les 66% (les 2 tiers), or 90% manifestent leur intérêt à ces gadgets et ont l'intention de les essayer ou de les garder [10].

² Rapport Annuel du CESE 2018.

³<https://fr.hespress.com/100447-digitalisation-du-secteur-de-la-sante-une-arme-a-double-tranchant.html> consulté le 30 Mars 2020 à 22 :30

4 PROBLÉMATIQUE DE L'ÉTUDE

De ce fait, il s'avère évident de s'interroger sur l'intégration des données Big Data de la part des assureurs dans leur système d'information en vue de tirer profit de ces masses de données grandissantes, jusqu'à présent inexploitées, et s'en servir pour une meilleure prise de décision. Avant de penser à la conception d'un Système d'Information dédié à cette fin, deux questions principales se posent:

- Que pensent les assurés de l'exploitation des données fournies dans leur certificat d'adhésion et de l'équité du système d'assurance ?
- Quelles sont les données Big Data que les assurés seraient prêts à partager avec leur assureur et quels outils de collecte peuvent être utilisés ?

Comment ces données peuvent-elles faire partie du Système d'Information de la compagnie d'assurance ?

5 MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

Afin de trouver des éléments de réponses aux questions précitées, nous avons mené une enquête sur un échantillon de 163 personnes des différentes villes du royaume auxquels un questionnaire a été administré en ligne pour certains, en face à face pour d'autres dans l'intention de couvrir le plus de catégories sociales possible. Après filtrage de données, nous avons fini par retenir un échantillon de 146 personnes. Après avoir collecté les réponses, les données ont été analysées moyennant l'outil Excel.

6 RÉSULTATS

Que pensent les assurés de l'exploitation des données fournies dans leur certificat d'adhésion et de l'équité du système d'assurance ?

Parmi les principaux résultats de notre étude, on note que près de 72% des personnes interrogées jugent le système actuel des assurances non équitable. Plusieurs personnes jugent qu'elles paient trop pour un service dont elles pourraient ne pas profiter.

Concernant le certificat d'adhésion et le questionnaire médical qui constituent la source primaire d'information que l'assureur collecte sur son assuré, l'étude révèle que plus de 80% des personnes interrogées s'accordent sur le fait que les informations fournies au niveau du contrat d'adhésion lors de la souscription sont essentielles. Toutefois, plus du quart de l'échantillon déclare le remplir au hasard. Ceci pourrait être imputé au fait que plus de 40% des individus trouvent que les informations fournies sont inutiles et constituent une simple formalité.

On peut ainsi dire que pour la majorité des personnes interrogées affirment que le système d'assurance actuel est jugé non équitable et que les informations fournies auprès de l'assureur malgré leur importance ne sont pas utilisées à bon escient.

Quelles sont les données Big Data que les assurés seraient prêts à partager avec leur assureur et quels outils de collecte peuvent être utilisés ?

L'étude révèle que plus de 64% des personnes interrogées sont prêtes à partager certaines de leurs informations personnelles avec leur assureur. Il faut noter que plus de 90% de ces personnes disposent déjà d'une assurance santé.

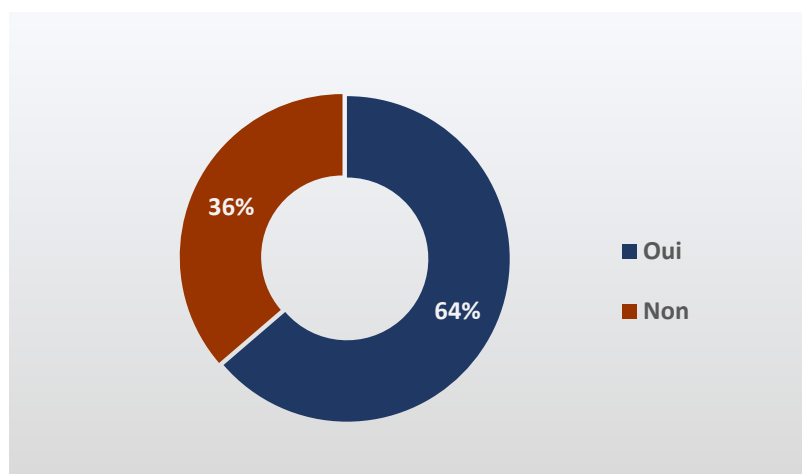


Fig. 1. Personne susceptibles de partager leurs informations avec l'assureur

Concernant leur profil, plus de 80% de ces individus ont moins de 40 ans et sont donc pour la plupart des jeunes, constituant ainsi le cœur de cible pour un assureur. 90% d'entre eux déclarent disposer et utiliser quotidiennement leur smartphone. 10% ont une smartwatch ce qui constitue une légère hausse par rapport à la moyenne nationale déclarée par l'A.N.R.T. en 2017 révélant ainsi une tendance vers une utilisation plus accrue des objets connectés.

Ces divers objets permettent aux personnes qui les détiennent de générer une quantité innombrable d'informations pouvant être utilisée par l'assureur à condition que l'assuré accepte de les partager.

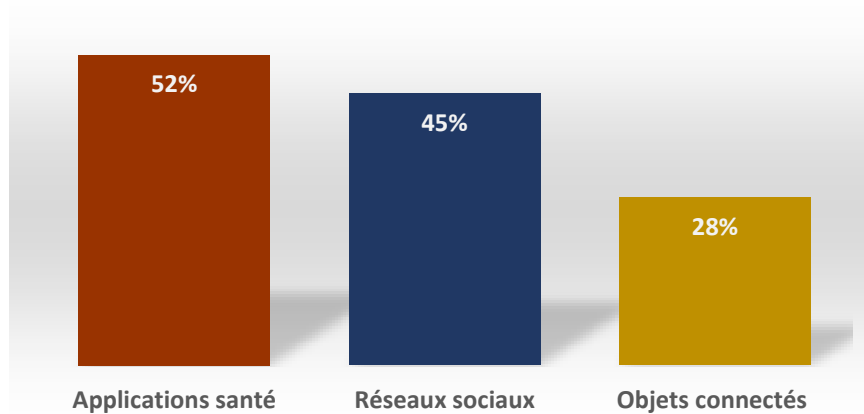


Fig. 2. Diverses sources d'informations pouvant être partagées avec l'assureur

Dans ce sens, et pour notre échantillon, on trouve que plus de la moitié des personnes qui sont prêtes à partager leurs informations avec leur assureur se disent être prédisposées à donner accès aux informations fournies par leurs applications santé. 45% peuvent donner l'accès aux informations issues de leurs réseaux sociaux sachant que plus de 90% des répondants attestent l'authenticité des informations partagées sur les comptes de leurs réseaux sociaux.

Enfin, 28% se disent prêts à partager des informations issues de leurs objets connectés qu'ils soient personnels ou fournis par leur assureur, un chiffre qui peut être expliqué par le manque d'utilisation de tels objets dans la culture des marocains.

À ce stade nous ne pouvons pas confirmer de façon catégorique que les personnes seraient prêtes à partager leurs données Big Data, mais il n'en reste pas moins que plus de la moitié de l'échantillon serait prête à les partager à condition de profiter d'un système d'assurance plus équitable.

Comment ces données peuvent-elles faire partie du Système d'Information de la compagnie d'assurance ?

Compte tenu des résultats révélés par notre étude, nous nous sommes penchés sur la conceptualisation d'une ébauche d'un système d'information que les assureurs pourraient intégrer afin d'exploiter les données Big Data de leurs assurés.

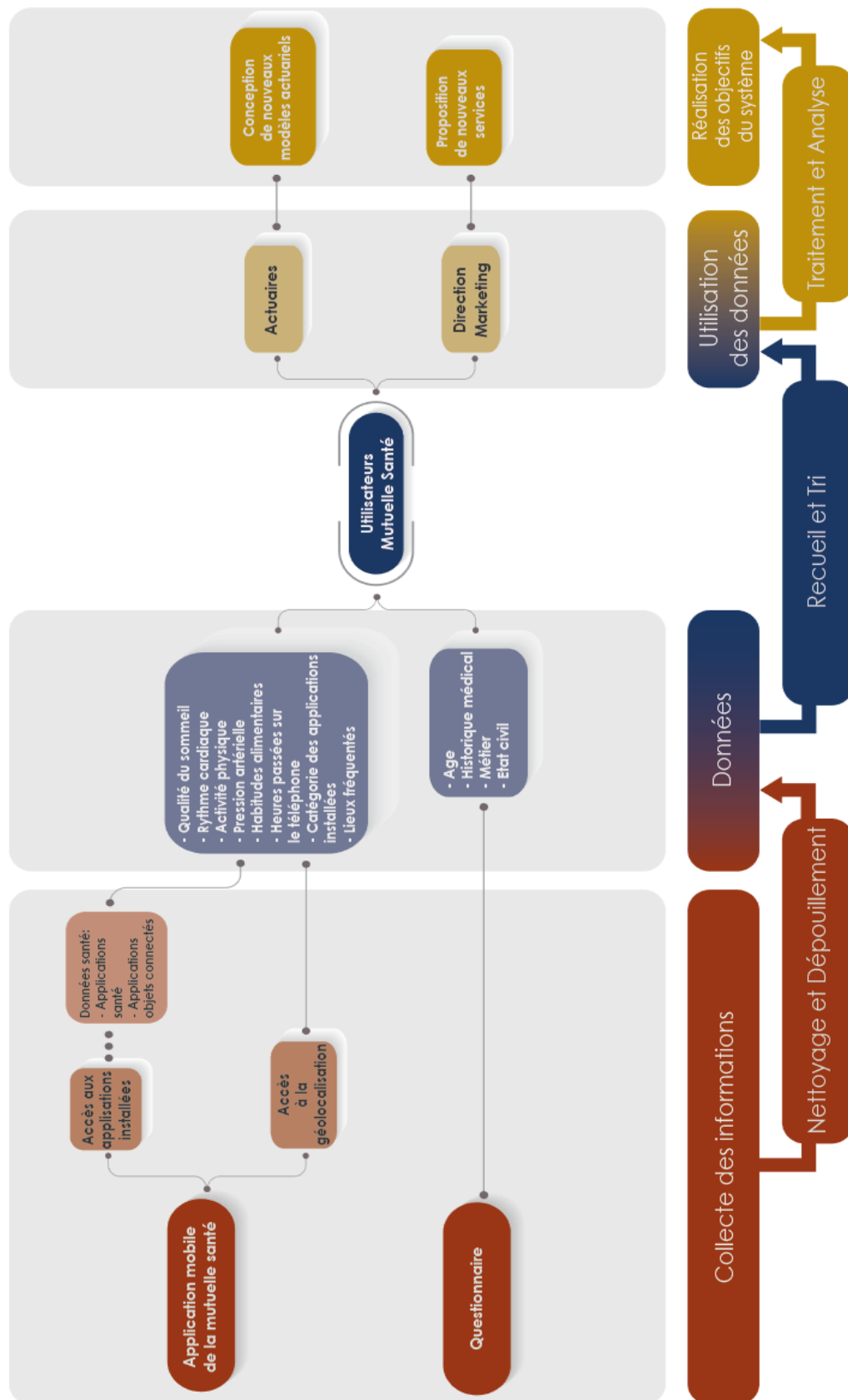


Fig. 3. Description du système d'information

Source: élaboré par les auteurs.

Selon une étude publiée en 2017 menée par Gartner⁴, la tendance de l'utilisation des objets connectés⁵ est à la hausse et leur nombre pourrait atteindre les 20.4 milliards en 2020, chose qui a été confirmée par notre étude où, au niveau de notre échantillon, nous avons décelé une tendance vers l'utilisation de ces objets. Ces gadgets, une fois synchronisés avec les smartphones, se transforment en capteurs et recueillent des données Big Data qu'il serait dommage de ne pas exploiter par la suite, une opportunité pour les entreprises en général d'améliorer leurs stratégies, et pour les compagnies d'assurance en particulier de mieux connaître leurs assurés et d'adapter leurs produits en fonction de ces nouvelles données désormais disponibles.

Dans le cas de l'assurance santé, les données sur l'état de santé des assurés est fourni par les objets connectés. Ces derniers constituent une mine d'or en termes de données de santé et bousculent le discours sur la confidentialité de ces données. En effet, celles-ci peuvent facilement être recueillies par un acteur Big Data qui pourra par la suite les communiquer à l'assureur moyennant une contrepartie financière. Mais l'intérêt et le gain de l'assureur sont encore plus intéressants que la dépense encourue puisque ces données vont lui permettre de mettre en place une tarification proportionnelle au risque prévu. Dans d'autres cas, comme ceci sera présenté dans la Figure.1 ci-dessus, l'assureur peut mettre en place lui-même son propre système de collecte et de traitement de données à travers internet.

Le bracelet ou la montre électroniques connectés aux smartphones ainsi que les applications mobiles de santé fournissent des informations relatives à la santé de l'assuré: rythme cardiaque, activité physique et sommeil. Dans le cas de la mutuelle santé, ces données peuvent être stockées sur le terminal de l'assuré et la compagnie peut y avoir accès dès que ce dernier installe l'application de la compagnie en question. En addition aux données collectées précitées, l'application mobile de la mutuelle permettra non seulement d'accéder aux données géolocalisation de l'assuré mais aussi de collecter les données stockées dans les applications que ce dernier installe. L'assureur pourra ainsi avoir une idée sur les lieux fréquentés par ses clients et sur les catégories des applications qu'ils préfèrent.

La mutuelle recueillera les données par la suite. Celles-ci seront triées puis transmises aux actuaires ainsi qu'aux responsables marketing afin qu'ils puissent les exploiter en vue de la réalisation des objectifs stratégiques de la compagnie d'assurance.

7 CONCLUSION

L'utilisation des données Big Data constitue un atout majeur permettant une correction des systèmes d'information actuellement adoptés par les mutuelles santé marocaines. Ceci remédie, sans doute, aux lacunes désormais causées par le système classique dépassé ne pouvant plus s'adapter au progrès technologique de plus en plus accru.

Néanmoins, l'intégration des données Big Data nécessite un matériel performant capable de traiter des ensembles de données variées en temps réel et pouvant fournir les bonnes réponses au bon moment.

Dans un contexte marocain, la digitalisation des assurances et des mutuelles santé est toujours à ses débuts. Le manque de matériel et de personnel compétent pourrait freiner la démarche d'intégration du Big Data dans le processus de prise de décision des compagnies.

De plus, l'étude a révélé qu'il existe quand même une réticence chez une partie de l'échantillon quant au partage de leurs données Big Data. Ainsi plus de 40% des personnes qui déclarent ne pas vouloir partager leurs données le font respectivement pour deux raisons principales: vouloir garder leur intimité (47%) et la difficulté du contrôle des limites de l'utilisation de leurs données personnelles (45%). Il faut ainsi dire que la mise en place d'un tel projet demanderait une implication rigoureuse de la part des assureurs en proposant à leurs clients des garanties quant à la protection de leur vie privée. De même, ce projet pourrait s'avérer porteur pour les deux côtés. Le présent travail nous permettrait donc de nous ouvrir sur de nouvelles pistes de recherches notamment l'intégration de ces données dans la mise en place d'un meilleur profilage des assurés et donc d'intégrer de nouveaux paramètres dans l'évaluation et la tarification des risques santé.

⁴<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2017-02-07-gartner-says-8-billion-connected-things-will-be-in-use-in-2017-up-31-percent-from-2016> (Dernière consultation : 03/12/2019)

⁵« Un objet connecté est un matériel, disposant de composants électroniques lui permettant de communiquer des informations vers un autre objet, un serveur informatique, un ordinateur, une tablette ou un smartphone, en utilisant une liaison sans fil vers un réseau dédié (le plus souvent Internet). »(Lau, « Objets Connectés Un 360° pour bien les comprendre », 2016, p. 26 [12])

REFERENCES

- [1] I. Autissier, «Le Choc du Big Data dans l'Assurance, » *Risques Les Cahiers de l'Assurance*, n° 103.
- [2] J. Manyika et al, «Big Data; The Next Frontier for innovation, competition and productivity, » *McKinsey Global Institute*, 2011.
- [3] C. Eaton et al, *Understanding Big Data*, 2012.
- [4] S.Gupta et P.Tripathi, «An Emerging trend of Big Data Analytics with Health Insurance in India, » *1st International Conference on Innovation and Challenges in Cyber Security (ICICCS)*, 2016.
- [5] A. Grinbaum et al, «Voyage au Coeur du Big Data, » *Clefs*, n° %164, 2017.
- [6] P. Thourot et K. A. Folly, *Big Data: Opportunité ou Menace pour l'Assurance*, 2016.
- [7] Conseil Economique, Social et Environnemental, «Rapport Annuel, » 2018.
- [8] Organisation Mondiale de la Santé, «Etude sur le Financement des Soins de Santé, » 2007.
- [9] Agence Nationale de Réglementation et de Télécommunication, «Rapport Annuel, » 2017.
- [10] H. Azdimoussa, H. Benyoussef et L. El Harouchi, «L'Usage des Objets Connectés au Maroc: Vers la Mise en Place d'un Modèle Conceptuel, » *Revue Marocaine de Recherche en Management et Marketing*, n° %119, 2019.
- [11] Y. Demchenko et al, «Addressing Big Data Issues in Scientific Data Infrastructure, » *Proceedings of the 2013 International Conference on Collaboration Technologies and Systems*, 2013.
- [12] Club Informatique des GGrandes Entreprises Françaises (CIGREF), «Objet connectés | Un 360 pour bien comprendre, » 2016.

Captador de agua pluvial para combatir el desabastecimiento de agua en la región de Huauchinango

[Rainwater collector to combat water shortages in the Huauchinango region]

Gregorio Castillo Quiroz, Florinda De La Cruz Martínez, Gustavo de los Santos Lázaro, Dulce Ibet Barrales Márquez, and Aldrín Jesús Cruz Juárez

Departamento de Ingeniería Mecatrónica, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango, Huauchinango, Puebla, México

Copyright © 2021 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: Water is a vital liquid for all living beings mainly, however, in many places there is a shortage of this natural resource due to various factors, humanity has begun to take into account that rain is an important resource because it can already be captured by different methods to be able to use it and combat the shortage of the resource in some places. The objective of this project is to design a rainwater capture system using gutters from the roofs of the houses, the captured water goes through a filter process at different points of the system until it reaches a storage point and then can be distributed in the house of families. The project will benefit the Huauchinango Puebla region, the rain capture system will facilitate the use of it to be able to collaborate in a better quality of life for people, since it will ensure that families can meet the basic needs of their home, collaborating in that the members of the families no longer spend time carrying water from the rivers, that they take care of their economy by not spending on the purchase of water, and the contamination of the rivers by the detergents used in the go wash clothes.

KEYWORDS: Collector, system, design, filter, rainwater.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

En la época actual la sociedad enfrenta diferentes problemas que le impiden satisfacer todas sus necesidades por lo que se busca con mayor frecuencia desarrollar sociedades sustentables. El desabastecimiento de agua es uno de los problemas que afecta a muchas personas de diferentes partes del mundo, debido a que la degradación de los recursos naturales aumenta cada vez más, a causa de muchos factores sociales al no saber aprovecharlos de manera correcta.

Existen proyectos que intentan disminuir el porcentaje general de desabastecimiento de agua en ciertas poblaciones, una de ellas es la implementación de sistemas captadores de agua de lluvia a partir de sistemas de escurrimiento, canales, filtros y contenedores normalmente se ve aplicado en casas con doble agua esto funciona por una tubería que permite la entrada de agua de la lluvia por un embudo para después ser almacenado en un tanque debajo de la tubería y posteriormente ser bombeado hacia los tinacos en la parte superior, todo esto aprovecha solo las aguas que caen por las precipitaciones [1]. En aquellos lugares con alta o media precipitación y donde no existe la suficiente cantidad y calidad de agua para el consumo humano, se puede optar al agua de lluvia como fuente de abastecimiento. La captación de agua de lluvia es un sistema ancestral que ha sido practicado en diferentes épocas y culturas; este sistema es un medio fácil para almacenar agua y sensato de obtener agua para el consumo humano y para el uso agrícola [2].

El agua que caía con las lluvias se recolectaba en recipientes, depósitos subterráneos o a cielo abierto. El agua se captaba mediante canales y zanjas, aprovechando el agua rodada o bien conduciéndola desde los techos de las viviendas y edificios por medio de canchales de madera, pencias o canalitos a los depósitos [3].

El presente proyecto se lleva a cabo específicamente para el municipio de Huauchinango, Puebla, sus coordenadas geográficas extremas son 20° 03' - 20° 18' de latitud norte y 97° 57' - 98° 09' de longitud oeste, la altitud de su territorio fluctúa entre un máximo de 2 700 y un mínimo de 600 metros sobre el nivel del mar. Es una zona donde hay una variación extrema de lluvia mensual por estación, llueve durante el año con diferentes precipitaciones. La población del municipio actualmente sufre desabastecimiento de agua entubada o potable, viéndose en la necesidad de acarrear agua desde los ríos o pozos para satisfacer sus necesidades básicas donde requiere agua, principalmente las familias de las comunidades rurales, enfrentándose a posibles enfermedades gastrointestinales, en el caso de las familias de la ciudad de Huauchinango se ven a la necesidad de comprar garrafones de agua, lo que provoca un daño a su economía, todos estos problemas que se enfrentan son ocasionados por la escasez de mantos acuíferos libres de contaminantes y a la deficiencia de procesos para purificar.

En la Sierra Norte de Puebla, sus mantos acuíferos ya han sido muy contaminados por diversos factores los que antes abastecían a la población del municipio, las principales causas de la contaminación de los mantos acuíferos del lugar son:

- La falta de interés, cultura y educación de la población han contribuido al desabastecimiento del agua.
- El ciclo del agua ya ha sido alterado debido a la contaminación masiva que existe.
- La falta de interés y apoyo del municipio en el mantenimiento de la red de agua potable, ha ocasionado el deterioro del mismo recurso vital líquido.

1.2 OBJETIVOS

Los objetivos principales del proyecto es aprovechar la lluvia, diseñando un sistema captador de lluvia que va pasar por varios procesos hasta llegar a un punto de poder ser utilizado, con esto se va disminuir el porcentaje de desabastecimiento del agua en las viviendas de la región de Huachinango, se va colaborar para que las personas no gasten esfuerzo y tiempo en el acarreo de agua de los ríos o pozos, cuidar la economía de las familias y disminuir el aumento de la contaminación de los ríos y mantos acuíferos por los detergentes que se utilizan al ir a lavar la ropa, los utensilios del hogar, etc., y lograr que la mayoría de las personas gocen del derecho de tener agua en sus viviendas para poder satisfacer sus necesidades básicas.

2 METODOLOGÍA

La mayoría de las casas de la región de Huachinango son de madera, pero lo más importante es que la estructura del techo es con parteaguas (consta de dos alas) como se observa en la figura 1, aunque algunas casas son de block, esto facilitará la captación de lluvia.

Es viable implementar este proyecto, ya que el costo del sistema captador de lluvia no es muy elevado, esto se consideró porque la economía de la población Huachinanguense es de bajos recursos, siendo así el proyecto está destinado principalmente para colaborar en la mejor calidad de vida de las personas pobres en economía y demás personas que estén interesados.



Fig. 1. Las casas de la región de Huachinango son de madera, pero lo más importante es que la estructura del techo es con parteaguas consta de dos alas

Para la captación de agua pluvial se utilizan los techos, el material con que están contruidos desempeña un papel importante en la eficacia del captador por que se relaciona con la facilidad y eficacia de captación, así como la cantidad de sustancias que podrían mezclarse y contaminar. La eficiencia de la captación del agua de lluvia depende del coeficiente de escurrimiento de los materiales del área de captación.

En la región de Huachinango, la mayoría de las viviendas que son de madera, solo tienen una puerta y sin ventanas, las que son de block tienen una o dos puertas con una o dos ventanas. El material de los techos es de cartón, teja, lámina metálica con canaletas galvanizadas, etc.

La precipitación de Huauchinango Puebla es de 1400 – 2100 mm, templado húmedo con lluvias todo el año (86%) y semicálido húmedo con lluvias todo el año (14%) como se muestra en figura 2 [4].



Fig. 2. Ubicación de Huauchinango [4]

2.1 CÁLCULOS PARA ESTIMAR LA CAPACIDAD DE CAPTACIÓN EN LA PRECIPITACIÓN

Para conocer los datos que son necesarios para diseñar el sistema captador de agua, se calcula cuánta agua se podría aprovechar de la lluvia: (Precipitación Anual) (metros cuadrados) del área de captura (como un techo) = cantidad de litros/año que se pueden obtener. Veas en la tabla 1.

Tabla 1. Coeficientes de escorrentía

Tipo de superficie	Factor de captación
Lámina metálica	0.90
Tejas de arcilla	0.80 – 0.90
Madera	0.80 – 0.90
Paja	2.2 – 0.70

2.2 CÁLCULO DE POTENCIAL DE CAPTACIÓN

La precipitación neta se utiliza para determinar la cantidad de lluvia que es posible aprovechar. Se calcula a partir de los registros de precipitación (precipitación media).

La instalación se llevará a cabo en una vivienda con medidas aproximadas de 10 * 6 m

Área total = $b * h = (10) (6) = 60 \text{ m}^2$

La precipitación media de Huauchinango es de 1750 mm.

Coeficiente de aprovechamiento: 0.90

Meses lluviosos= 5

Fórmula para calcular la capacidad de captación

(Área total (precipitación) (coeficiente de aprovechamiento) / meses lluviosos) =

Capacidad de captación

$((60 \text{ m}^2) (1750 \text{ mm}) (0.90) / 5) = 18\,900 \text{ litros}$

18 900 litros = Capacidad mensual de captación

2.3 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LA CISTERNA

$(\text{Litro} / \text{m}^3) = 1000 \text{ litros} = 1 \text{ m}^3$

Gasto diario por persona: 60 litros

Gasto diario por familia (4 – 6 personas) = 300 litros (promedio)

Gasto mensual por familia: $(300) (31) = 9300 \text{ litros}$

Aunque la capacidad de captación mensual del techo es de 18 900 litros, y el promedio en litros para satisfacer las necesidades básicas en la vivienda por un mes es de 9, 300 litros, la cisterna tendría una capacidad aproximada de 9,300 litros y en metros 9.3 m^3 , la capacidad de la cisterna podrá satisfacer las necesidades básicas solo por un mes, tomando en cuenta que en el municipio de Huauchinango llueve todo el año, solo que de Junio- Octubre llueve más, y los meses restantes llueve también, la diferencia es que llueve en una mínima cantidad de días a comparación de los 5 meses mencionados anteriormente.

Aproximadamente cada mes se irá acabando el agua de la cisterna, la familia beneficiada realizará el proceso de higiene de la cisterna para que de nuevo empiece con la captación de agua para los días del siguiente mes.

Características del sistema a construir

El sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia que se proyectó en esta zona tiene los siguientes componentes:

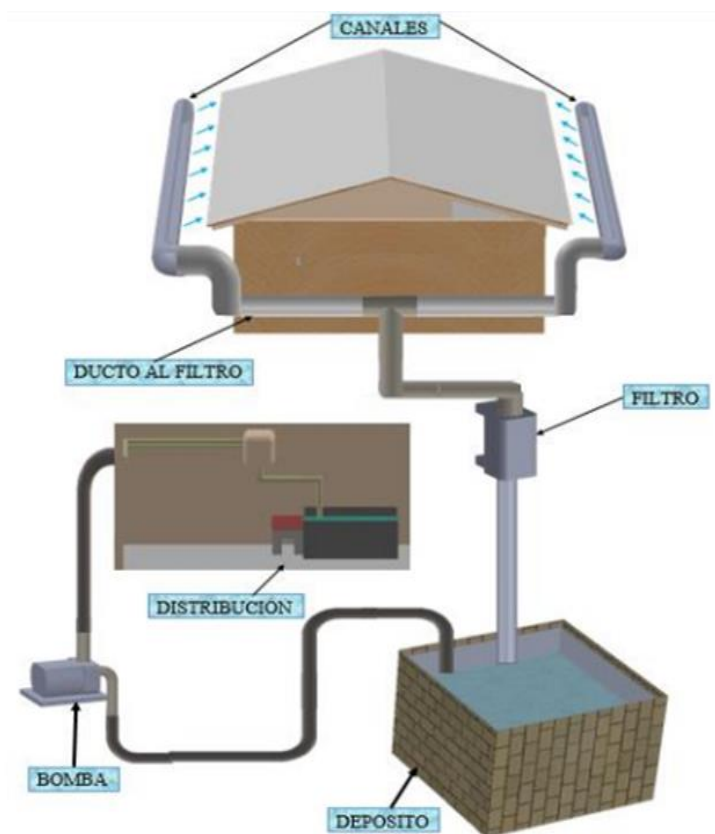


Fig. 3. Diagrama del sistema

1. Canales para captación de agua en los techos de cualquier material que no dañe la calidad de agua (específicamente parteaguas).
2. Ducto al filtro: Es una estructura de tuberías para para conducir el fluido.
3. Filtro: Se construye una caja construida con tabiques, rellena de arena gruesa lavada, de 20 cm de ancho, 40 cm de largo y 20 cm de profundidad, ya que esto funciona para la filtración de agua con bajas o medias contaminantes.
4. Cisterna (depósito): Estructura cúbica con capacidad efectiva de 9.3 m^3 , construida con cemento. Diámetro de 2,5 m y profundidad de 1.50 m.
5. Bomba eléctrica de $\frac{3}{4} \text{ hp}$: Al accionar permite la extracción del agua del depósito hacia el tanque distribuidor.
6. Distribución: El flujo pasa al sistema de purificación por gravedad por una llave dispensadora de agua. El bote superior contiene el filtro y el inferior almacena purificada, después se podrá distribuir el agua para su fin, con el consumo responsable.

3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo a los datos que se obtuvieron en instrumentos de investigación, que es la capacidad de captación y la capacidad de la cisterna se prosigue al diseño del sistema que se muestra a continuación en la Fig. 4 y Fig. 5:

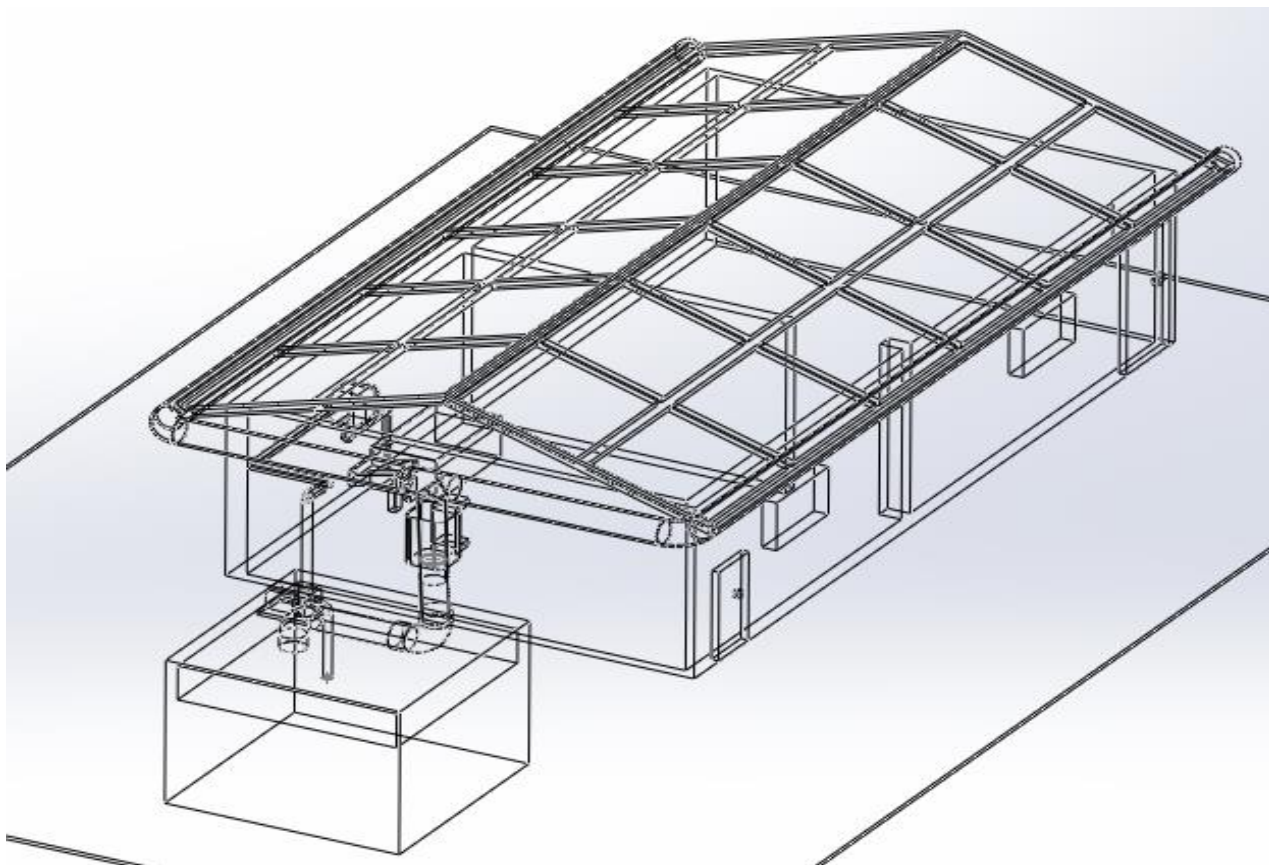


Fig. 4. Vista general del sistema

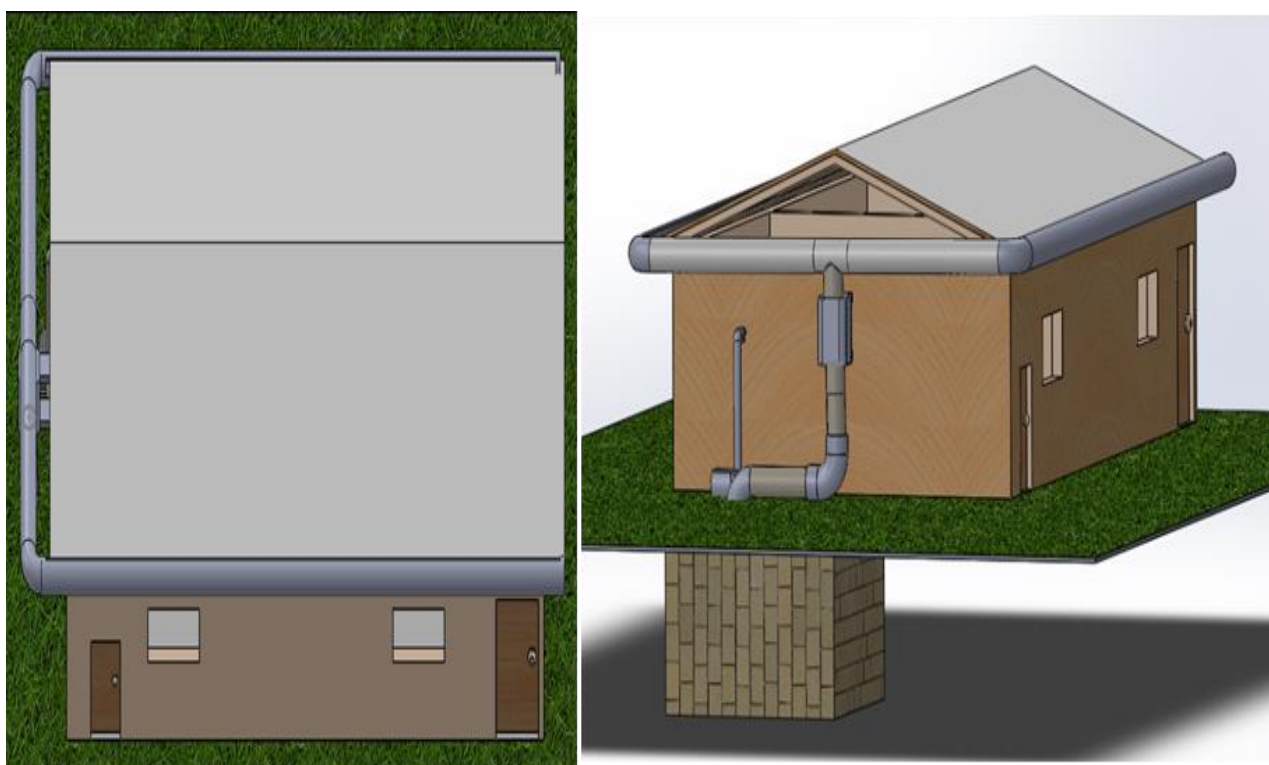


Fig. 5. Diseño tipo de techo y del proceso del sistema

En la Fig. 5 se muestra el tipo de techo y su estructura de las casas, se aprecia que la estructura es con parteaguas, lo que facilita que la lluvia que caiga se pueda reunir en un solo punto para después por medio de las tuberías el agua se va conducir hacia el filtro de arena, posteriormente el fluido seguirá por medio de los tubos hasta llegar a la cisterna, luego con la ayuda de la bomba eléctrica el fluido se traslada hacia el punto de distribución, pasando por el filtro de la llave hasta que el agua pueda ser utilizada con un consumo responsable Fig.6.

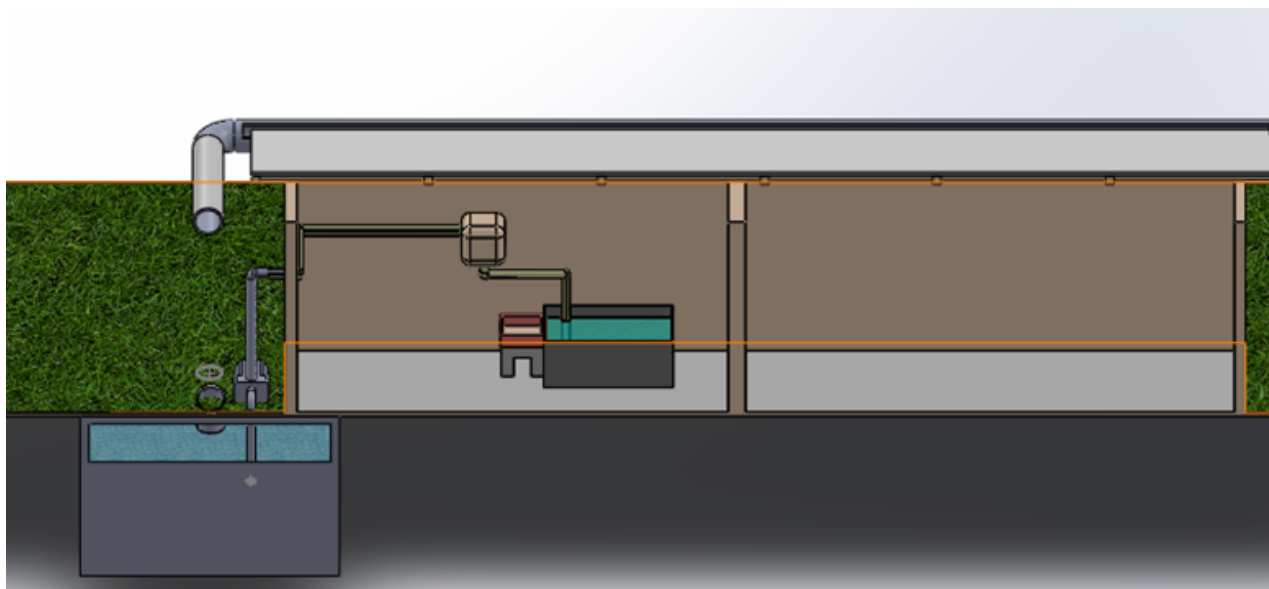


Fig. 6. Vista isométrica

COSTOS

Tabla 2. Costos para construir el sistema

Materiales	Costo por pieza	Piezas necesarias	Total a pagar
Tubos PVC de 6" (6m)	\$ 406	3	\$ 1218
Canaletas PVC de 6" (3m)	\$ 169	5	\$ 845
Tubos PVC de 2" (2.5m)	\$ 110	1	\$ 110
Bomba eléctrica de ¾ hp	\$ 1,375	1	\$ 1,375
Depósito de 9300 l (mano de obra y material)			\$ 9000
Otros (accesorios, tornillos, empaques, clavos, etc.)			\$ 1500
Filtro de arena	\$ 500	1	\$ 500
Filtro chico para llave	\$ 500	1	\$ 500
Total			\$ 15 048

Para el diseño del sistema captador de agua de lluvia influyen los datos mencionados anteriormente, ya que es necesario saber a qué tipo de zona le va ser viable implementar el tipo de técnicas del proyecto y su finalidad, de la misma manera se toma en cuenta los factores ambientales del lugar, los factores económicos y el tipo del lugar.

El impacto del proyecto en la calidad de vida de las familias es excelente, por la disponibilidad de agua de agua en las viviendas, la comodidad para realizar actividades domésticas que requieren agua, el ahorro de tiempo y esfuerzo para el acarreo de agua de los ríos más cercanos o para lavar las prendas de vestir.

En el aspecto económico: Aminoró la compra de garrafones de agua, por lo mismo ahorran dinero.

En el aspecto ambiental: Se disminuyó la contaminación de los ríos por el uso de detergentes.

4 CONCLUSIÓN

El sistema de aprovechamiento de agua de lluvia es una gran opción, ya que permite abastecer en cantidad y calidad de agua de la zona para que la población tenga la facilidad y posibilidad de satisfacer sus necesidades básicas diarias, cumpliendo con el objetivo principal de contrarrestar el desabasto de agua sin perjudicar a las familias. Lo más importante es que el costo del sistema de captación de agua de lluvia no es muy elevado, ya que se consideró la situación económica de la mayor parte de las familias de la población que pertenece a la región de Huachinango principalmente.

Para que se siga cumpliendo y recibiendo los mejores beneficios del sistema es importante que las familias que utilizan este sistema le den un mantenimiento adecuado a la cisterna en cuanto a la limpieza del mismo.

El proyecto es sustentable, ya que las técnicas que se implementan para el funcionamiento del sistema no dañan el medio ambiente, ni la salud de las personas, ni la economía ni mucho menos la integridad física de las familias que puedan optar por implementar el sistema captador de agua de lluvia.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de las personas que participaron para el desarrollo del presente trabajo, que de alguna manera manifestaron su colaboración y tiempo, principalmente a las personas pertenecientes a la carrera de Ingeniería Mecatrónica del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Huachinango.

REFERENCIAS

- [1] C.Q Gregorio, F.C.Ramiro, and G.O.Tadeo, "Water Condenser by Means of Liquid Cooling ". International Journal of Scientific Research, vol.48, no,2 pp 47- 57, 2020.
- [2] R.D Del mar, A.B. Pedro, M.P Jose Antonio, "Sistemas de captación de agua de lluvia: paralelismos entre África y América, y desarrollo de un captador portátil", Diseño y tecnología para el desarrollo, vol.6, pp.14. 2019.
- [3] U.B. Ramón, " Sistemas de captación de agua de lluvia" Periódico digital de divulgación de la red de agua del UNAM, vol.1, pp. 7, 2014.
- [4] Cuéntame, Clima información por entidad Puebla.
[Online] Available: <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/pue/territorio/clima.aspx?tema=me&e=21#:~:text=La%20precipitaci%C3%B3n%20media%20estatal%20es,meses%20de%20junio%20a%20octubre.>

