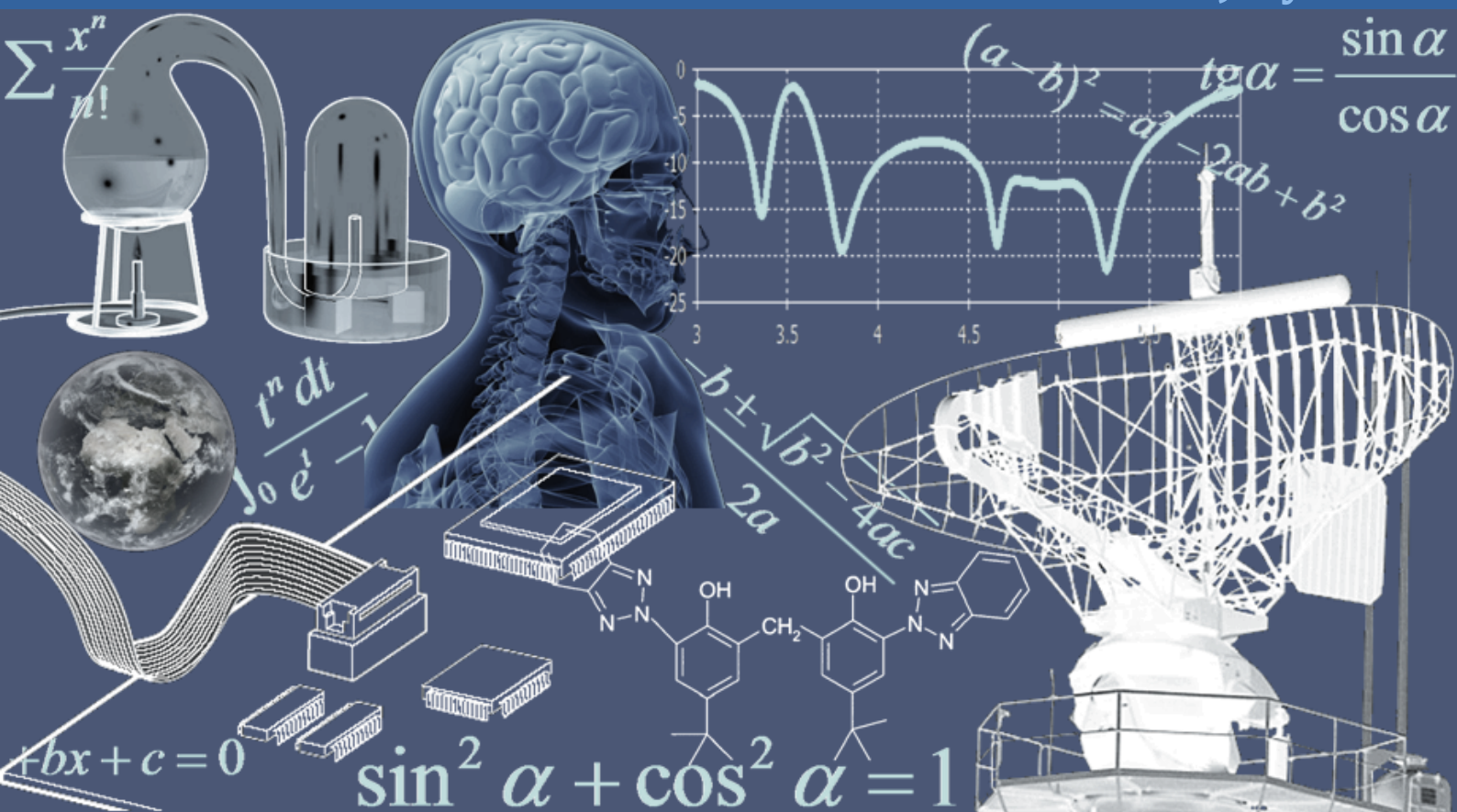


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 33 N. 2 July 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 Jula, National University of Malaysia, Malaysia
Mahdi Moharrampour, Islamic Azad University, Buin zahra Branch, Iran
Ricardo Rodriguez, Technological University of Ciudad Juarez, Mexico
Yuniel E. Proenza Arias, Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba
Elizabeth Bissell Miller, University of Missouri, Columbia
Bertin Désiré SOH FOTSING, University of Dschang, Cameroon
Antonella Petrillo, University of Cassino and Southern Lazio, Italy
Hong Zhao, The Pennsylvania State University, USA
Jianjun Chen, The University of Chicago, USA
Shaju George, Royal University for Women, Kingdom of Bahrain
Chandrasekaran Subramaniam, Kumaraguru College of Technology, India
Ilango Velchamy, New Horizon College of Engineering, India
M. Kumaresan, M.P.N.M.J. Engineering College, India
Mohammad Valipour, University of Tehran, Iran
Mohameden Sidi El Vally, King Khalid University, KSA
Mona Hedayat, Boston Children's Hospital, Harvard Medical School, USA
Suresh Kumar Alla, Advanced Medical Technologies, BD Technologies, USA
Ahmed Hashim Mohaisen Al-Yasari, Babylon University, Iraq
Aziz Ibrahim Abdulla, Tikrit University, Iraq
Khalid Mohammed Shaheen, Technical College of Mosul, Iraq
Baskaran Kasi, Kuala Lumpur Infrastructure University College, Malaysia
Nurul Fadly Habidin, Universiti Pendidikan Sultan Idris, Malaysia
Adnan Riaz, Allama Iqbal Open University, Pakistan
Syed Noor Ul Abideen, KPK Agricultural University, Pakistan
Arab Karim, M'Hammed Bougara University of Bumerdes, 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

Innovative diverse talent management pools in the field of physiotherapists: A qualitative study in public value driven healthcare sector of Greece	252-257
<i><u>Klontira Maria and Gkirmi Kyriaki</u></i>	
Soutien du niveau intermédiaire du système au district de santé : Perceptions des équipes de district de santé du Nord Kivu à l'est de la RDC	258-271
<i><u>Jean-Bosco Kahindo Mbeva, Mitangala Ndeba Prudence, Edgar Tsongo Musubao, Mahamba Nzanzu, Lévis Kahandukya Nyavanda, Janvier Kubuya Bonane, and Denis Porignon</u></i>	
Profil des Examens Cytobactériologique des Urines dans le Laboratoire Provincial de Santé Publique de Sud Ubangi en RDC	272-279
<i><u>Christophe Toadela Mongoyi, Daniel MADEMOGO MOSIBA, Reagan Mbanza, Godefroid Ngeda Gombima, and Daniel Matili Widobana</u></i>	
Prévalence de syndrome gastrique à Helicobacter Pylori: Étude menée au laboratoire provincial de santé publique du sud-Ubangi (Hopital Général de Référence de Gemena)	280-291
<i><u>Godefroid Ngeda Gombima</u></i>	
EXPLORING THE IMPORTANCE OF EFL TEACHERS' WEEKLY PEDAGOGICAL WORKSHOP ON THE TEACHING PERFORMANCE IN EFL ADVANCED CLASSES: CASE STUDIES OF SOME SECONDARY SCHOOLS IN OUEME REGION	292-302
<i><u>Teba Sourou Corneille</u></i>	
Contribution of entrepreneurial support structures to the self-employment of young people from the central region in Burkina Faso	303-312
<i><u>Souaibou Goudo Lompo and Mariétou Sawadogo</u></i>	
Caractéristiques physiques, qualité technologique et composition proximale des œufs de pintades Bonaparte du Bénin élevées avec ou sans accès au parcours extérieur	313-325
<i><u>Tougan P. Ulbad, Domingo I. Anaïs, Pomalegni B. Charles, Pitale Wéré, Osseyi G. Elogo, and Théwis André</u></i>	
La thrombasthénie de Glanzmann chez l'enfant	326-329
<i><u>Sanaa Bouramdane, Sarra Benmiloud, Mohamed Hbihi, and Moustapha Hida</u></i>	
Citoyenneté critique en République Démocratique du Congo : Perception des étudiants envers l'identité de genre en milieu universitaire de Goma	330-336
<i><u>Kankunda Moket Eric, Katsurana Jules, Bisomeko Mbambu Zawadi, Jean Bosco Kahindo Mbeva, and Mitangala Ndeba Prudence</u></i>	
Les caractères antipathiques des rues camerounaises dans les romans « Le Cri muet » de Guillaume Nana et « Petit Jo, enfant des rues » d'Evelyn Mpoudi Ngollé	337-343
<i><u>Pascal Graobé</u></i>	
Typologie des systèmes de culture de riz pluvial strict en zone nord et sud soudanienne: Cas des régions de l'Est, des Hauts Bassins et du Plateau Central du Burkina-Faso	344-353
<i><u>Abdramane Sanon, Alain P. K. Gomgnimbou, Hamadé SIGUE, Kalifa COULIBALY, Fofana Sékou, Cheick A. Bambara, and Hassan Bismarck NACRO</u></i>	
Analyse comparée des contrôleurs hybrides des systèmes FACTS (UPFC) et des régulateurs de puissance interphases type RPI 30P15 sur la gestion des contingences en réseaux électriques	354-371
<i><u>KOKO KOKO Joseph, NNEME NNEME Léandre, NDIAKOMO ESSIANE Salomé, and BATASSOU GUILZIA Jeannot</u></i>	
Contribution des nannofossiles dans la recherche pétrolière du bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire : Essai de paléotempérature	372-384
<i><u>N. Zaghouy, M. Ennin Tetchie, Zéli Bruno DIGBEHI, and Traore Famoussa</u></i>	
The competitive positioning of Moroccan automotive industry: A diagnosis attempt	385-394
<i><u>Nada El Khatir</u></i>	
Système de gestion cartographique des maladies infectieuses suivant le paradigme « diviser pour mieux régner » : Cas du Covid-19 au Cameroun	395-404
<i><u>Namekong Dagha Sinclair, Wadoufev Abbel, Mohamadou Yakouda, and Clarice Fotso</u></i>	
Criblage phytochimique, dosages des polyphénols totaux et flavonoïdes totaux, et évaluation de l'activité antibactérienne des feuilles de Turraea heterophylla Smith (Meliaceae)	405-413

<i><u>Kouadio Kouassi Blaise, Kablan Ahmont Landry Claude, Ahoua Angora Rémi Constant, Konan Dibi Jacques, Oussou Kouamé Raphaël, Attioua Koffi Barthélemy, and Dongui Bini Kouamé</u></i>	
Structure démographique de la végétation ligneuse de la forêt protégée de Baban Rafi (Sud-Niger)	414-425
<i><u>Barmo Soukaradji, Abdou Amani, Inoussa Maman Maârouhi, Ichaou Aboubacar, and Mahamane Ali</u></i>	
Triphytochemistry and effects of aqueous and hydro-ethanolic extracts of <i>Spathodea campanulata</i> P.beauv. (Bignoniaceae) on blood-sugar level and markers of pancreatitis in type 2 diabetic rats	426-434
<i><u>Koulai Diane, Doumbia Idrissa, Yeo Sounta Oumar, M'boh Gervais Méline, Kipré Gueyraud Rolland, and Djaman Allico Joseph</u></i>	
Effets du dimensionnement des trous de zaï sur le rendement du maïs en zone Sud-soudanienne du Burkina Faso	435-442
<i><u>Adama Traore, Alimata Bandaogo, P. Louis Yameogo, K. Rodrigue Anadi, Karim Traore, Pascal Bazongo, and Ouola Traore</u></i>	
L'évaluation ergonomique d'un dispositif de formation continue à distance des enseignants au Maroc	443-451
<i><u>Rabei Ben Seghir and Aicha Abdelouahed</u></i>	

Innovative diverse talent management pools in the field of physiotherapists: A qualitative study in public value driven healthcare sector of Greece

Klontira Maria and Gkirni Kyriaki

¹Physical Therapist MSc, Public Primary Health care, 25th Martiou 20, Thessaloniki, 54646, Greece

²Physical Therapist MSc, Greece

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: *Background:* Talent management (TM) and organizational talent pools in general, is used as an umbrella term to refer to the current and future people resourcing needs of an organization. Over the years, the healthcare sector of Greece seems it cannot manage and channel the chances of creation of talent pools in Physiotherapy, in order to multiply innovation, expertise and new ideas. As Physiotherapists we can change people's lives in a positive way, but one thing is certain, that our personalities are unique, our way of thinking is different and we tend to be potential talented in a diverse way.

Objective: This research will try to shed light on a glaring gap, whether diversity and innovational thinking of individuals can contribute to the development of talent management pools in the rising profession of Physical therapy in Greece, in order to meet the worldwide demands.

Methods: This study documents the current thinking on talent management within the Physiotherapy profession in Greece. Interviews were taken from eleven Physiotherapists from two different public hospitals and two organizations from public primary health care of Greece, in the region of Thessaloniki.

Results: The results of the study have revealed a lack of interest; understanding and appreciation of the possibilities that talent management could bring the physical therapy profession confront with profitable talent management pools. Managers are reluctant to allow employees to participate in talent management pools and that our participants are generally unaware of the term and show hesitation in a potential participation in such a project.

Conclusions: Our study concluded that most of the Physical therapists who were included in the study was reluctant to participate in talent management pools.

KEYWORDS: Talent management pools, cooperative innovation, strategic innovation, diversity.

1 INTRODUCTION

A talent management architecture is the combination of systems, processes and practiced developed by an organization to ensure that the talent management is carried out effectively (Sparrow, P. S., Makram, H. 2015). Through this, valuable and rare talent enables an organization to create the appropriate strategies in order to achieve sustained competitive advantage (Mcdonnell, A., et. al. 2011). Talented employees, especially in the healthcare sector are both an organization strategic asset and a manipulable resource that has the potential to contribute in value creation and innovation. Talent management is a positive revolution, is a central concept that can motivate and retain healthcare workers. Talent is not about the activity; it is about what the talent does with you, about how you are managing your abilities and what you can do totally at ease, that satisfies you, that makes time fly, that reloads your batteries. People in healthcare is our future competitive landscape (Lawler, E. E. 2008), our greatest asset.

Talent management (TM), remains underdeveloped, especially in the healthcare sector in Greece and although the high level of interest in the field over the past decades, it is paradoxical poorly defined and in lack of theoretical background.

In the profession of Physical therapy, we meet talent as a natural ability, a unique mix of innate intelligence of brain power, which makes people effective in their bond with their superiors and subordinates. Physical therapists are called “busy bees” as they approach talent throughout commitment, motivation, interest and passion.

A talent pool is the database of potential candidates that could end up working at an organization, down the line (Ingram, T., Glod, W. 2016). A talent management pool of a hospital has a strategic intention, uses long term perspective and innovational thinking in order to achieve strategic impact.

Organizations in healthcare sector commonly pursue competitive advantage via a ‘promote from within’ talent pool strategy (Lewis, R. E., Heckman, R. J. 2006). Hospitals worldwide tend to cooperate in order to create talent management pools, but might then compete to utilize the talent pool for their own gain in order to remain competitive. The development of a talent pool which is combined from high-performers and high-potentials incumbents can fill in the roles that differentially contribute to an organization’s sustainable competitive advantage (Collings, D. G., Mellahi, K. 2009). Talent pooling could easily set high goals for the organization without pressing and stretching its talents, create a healthy working environment and let employees ‘think out of the box’. Talent pools are a great way to group candidates together in order to help your team filter, search and innovate in a diverse way.

2 METHODOLOGY

Addressing important gaps in talent management pools from the HR departments in Greek hospitals and public primary health care, this research tried to develop a practice model of talent pools in talent management throughout the opinions of eleven Physiotherapists from two general hospitals and two Physical therapy organizations of Primary Health Care in Greece-Thessaloniki.

This survey was carried out for a period of 6 months (March 2019 to September 2019) and it was conducted after taking permission from the Committee for Research Ethics of the University of Macedonia.

Participants were chosen and approached from within our existing network. All Physical therapists fulfilled the inclusion criteria, the purpose and the benefits were explained to all the participants and voluntary written informed consent was obtained. All Physical therapists included was laboratory workers from age 35-60 years old and from both genders. The Physiotherapists were chosen according to their clinical, academic, personal talent managing roles, professionalism, credibility, dependability, transferability and confirmability.

We performed in-depth semi-structured interviews focusing on the talent management pools as this enables a detailed exploration of a real-life phenomenon and its’ context, which suits the research question under study. The majority of the interviews took place face-to-face, in the interviewees working environment, helping the participant to feel relaxed and calm in order to extract the information required to complete the puzzle. The interviews lasted approximately between 45-90 minutes.

Interviewees were asked to answer a range of nine open questions, without the presence of another person, in order to feel free to answer without pressure and fear.

The questionnaire was written after methodical study of all the related articles and bibliography in order to cover all the range of talent management, talent management pools and especially (TM) pools in health care.

Interviews were recorded, de-coded in a word text and data analysis followed by the creation of a set of themes. Interviews were broken into chunks of data, using mostly sentences and words. These sentences and words were allocated with a close code from our list of themes. The closed codes were brought together in order to be researched for new ideas within our themes, compared how each theme and sub-theme relate together and how emerging new ideas complements the literature. The collected interviews and document data was analyzed using ATLAS.ti.8.

Our major purpose was to extract different point of views, new knowledge, understand and point the problem, understand why the problem is so important for the evolution of health care in Greece and to fill in the gap of the literature review in talent management pools, especially in the profession of Physical therapy.

The most important and notable themes that raised from our research were: whether the health care system of Greece can support the creation of a talent management pool system for the profession of Physical therapists and if a (TM) pool can create innovational thinking in that field. The possibility of inclusion diverse talented people in a talent pool and if this pool can create competitive advantage for the health care system in general. The possibility that a (TM) pool can create new ideas and improve innovational thinking within the health care system of Greece and particular in the field of Physical therapy in order to meet profitable organizational needs. If diversity in a (TM) pool can boost innovation and how is this diversity and innovational thinking is promoted by the managers of the health care system of Greece.

3 RESULTS

A total of eleven participants were included in the study (1 male and 10 females). Data was collected by recording in-depth semi-structured interviews. The response rate was 100%. Majority of the participants were females (99%) and males were (1%).

Participants were active Physical therapists coming from a small range of two public hospitals and two organizations from the public primary health care from the region of Thessaloniki. The two participating hospitals were: Papanikolaou General Hospital of Thessaloniki and Genymatas General Hospital of Thessaloniki. The two organizations of the primary healthcare are: 1st Physiotherapeutic Health Center of 25th Martiou of Thessaloniki and 2nd Physiotherapeutic Health Center of Thessaloniki.

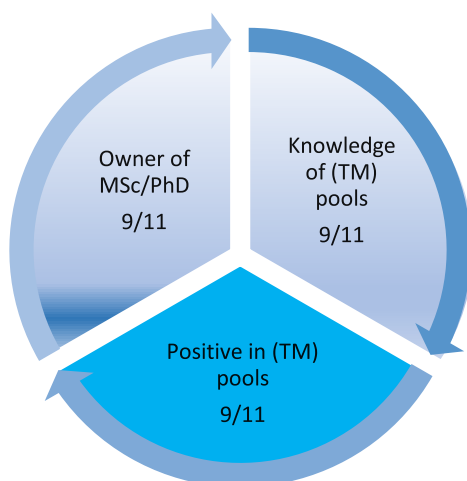


Fig. 1. Correlation between professional specialization, knowledge and positive believes

Research showed a clear positive correlation between professional specialization (MSc-Master or PhD 9 out of 11 participants), knowledge and positive believes about the creation of talent management pools in health care sector (9 out of 11 participants), especially in the profession of Physical therapists. The key difference between talented and non-talented professionals is that talented are significantly more likely to wish rotational participation in talent management pools.

There are bright examples of Physiotherapists working successfully in new roles according to their talent, using innovational TM, but there is need for more (Gallardo-Gallardo, E., et. al. 2013) and there is a great need for highly qualified Physical therapists, which may be regarded as talents and have the ability and the strength to emphasize this evident in healthcare sector in Greece (Ingram, T. & Glod, W. 2016).

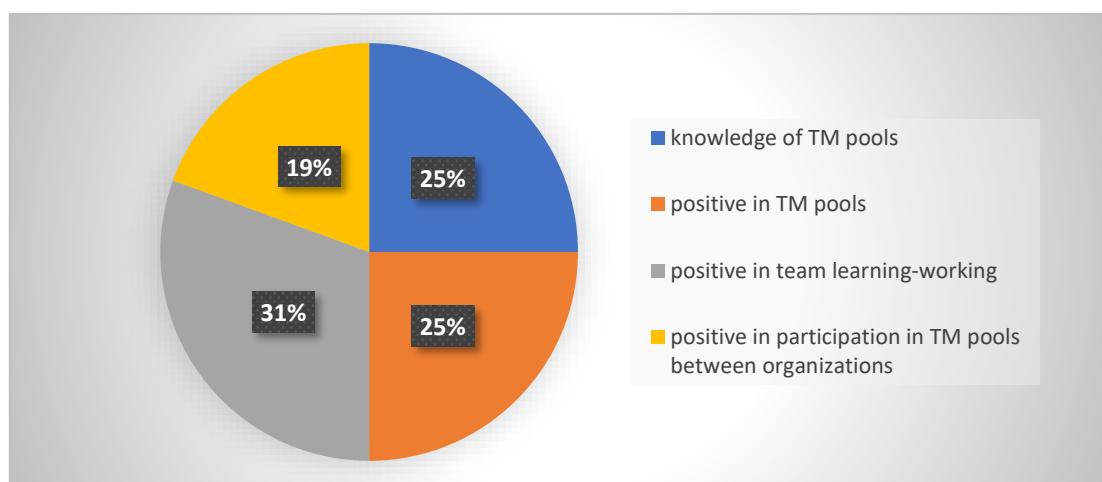


Fig. 2. Positivity in participation

Knowledge of TM pools and positivity in participation, seems to be a vice versa hypothesis.

Our research illuminated the fact that Physical therapists are willing to broad their knowledge but unwilling to share this knowledge with others. All participants in our interviews consider team working and team learning, not only important, but essential for their development, not only as professionals but also as evolving human beings in a productive process of continuous learning.

25% of them have good knowledge of talent management pools, 25% have positive opinion about TM pools, 31% of our participants are positive in a team learning and working environment and 19% of them are positive in participation in TM pools between health care organizations. Our participants also believe that team learning is of great importance contributory factor, for more comprehensive physical treatments for their patients.

Recruitment must be seen as an opportunity to cooperate, learn and drive innovation out of scarce sources. There is clear evidence of the link between TM and a range of important outcomes within health services, including patient satisfaction, organizational-financial performance, staff well-being, engagement, overall quality of care and organizational learning (Kravariti, F., 2016).

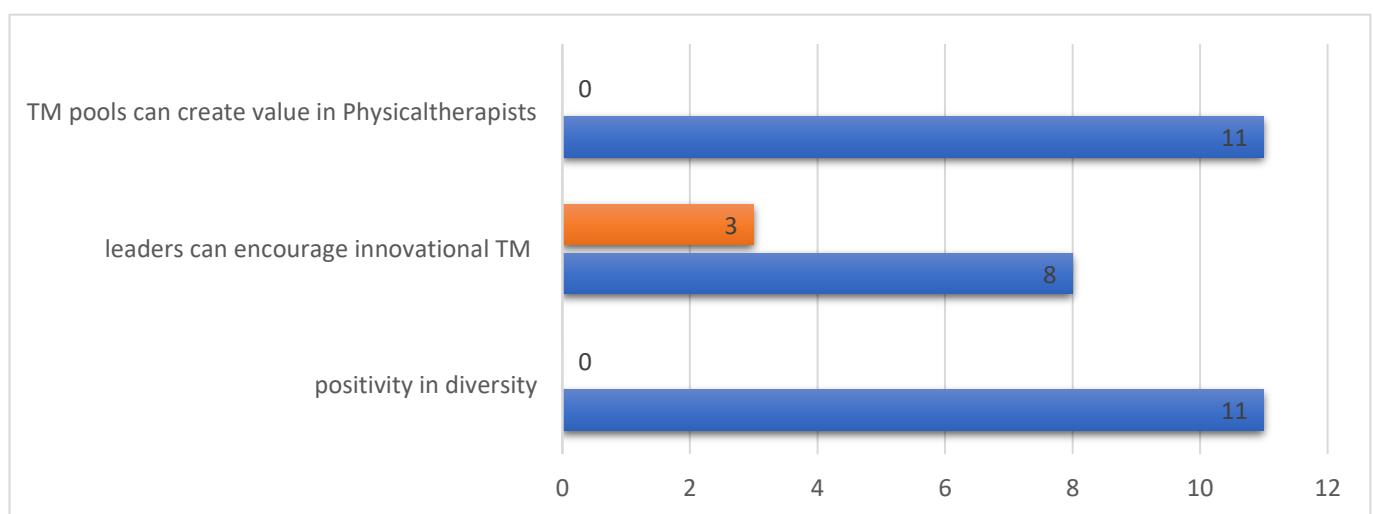


Fig. 3. Diversity and (TM) pooling

Understandably, recruitment must be seen as an opportunity to cooperate, learn and drive innovation out of scarce sources. Physiotherapists are high performers: “the best of class” (Smart, B. D. 2005), and they tend to be the most important organizational drive as they “innovate more, work smarter, are trustworthy, have articulate passionate vision, implement diversity and change more effectively, demonstrate resourcefulness and find ways to get the job done in less time and less cost” (Snyder, N. T., Duarte, D. L. 2003). Their diversity cannot only be used in health care services but could and should be extended to other organizations, such as educational programs in schools and in the management of health care. Apparently, diversity can become a “positive conduit for the rational and fullest use of all the abilities of the Physical therapists in Greece health care system”.

In this research all participants consider that talent management pools can create value for the Physical therapy profession. Eight out of eleven participants consider that leaders of health care organizations in Greece can encourage TM innovation and contribute in maximizing the performance of them. And finally, all our participants have great positivity in including diversity into the health care organizations of Greece.

4 DISCUSSION

The central research idea of the study was: how does talent optimization and accepted innovational thinking in the profession of Physical therapists can affect the quality of the provided rehabilitation care in hospitals and primary health care in Greece and potentially allow the creation of talent management pools.

Our research shows the fact that creating strong talent management pools is far away from the Greek health care reality. Managers seem to be unwilling to ‘share’ their employees and employees are unwilling to participate in talent management pools.

Research showed that many of our participants were engaged in initiatives in order to increase awareness for talent management pools but few had considered how to use talent management as a vehicle for the creation of talent management pools.

Hospitals are urging to economize in order to remain viable and primary health care system in Greece is still under ruinous reconstruction. HR professionals and the headquarters of primary health care referred to the talent management pools as a challenge too difficult, as they are “fishing in the same pool” with the other hospitals!

It is hoped and expected that all of this data analysis will form the basis for a short engagement for hospitals and Physiotherapists of the creation of talent management pools that will rationally use all sources and strength in order to create innovation and improvement of the provided services, although interviewees expressed a concern that clinical talent management and talent pools is not being used effectively in the healthcare sector of Greek hospitals re-design.

5 CONCLUSION

This research, intends to make an original contribution. Study suggests that more attention in talent management and potentially in the creation of talent pools in the profession of Physical therapy could give support in individuals to take greater career accountability, self-management and clarify the ‘career deal’ (Herriot, P. & Pemberton, C. 1996). Rational talent pooling could be a base for improvement of cognitive abilities of all the employees and an opportunity of maintaining knowledge at high levels. The surpassing of employees’ personal boundaries and full potentials, for the health care system, is according to our interviewees the hardest task. Exploiting employees specialized knowledge could possibly enable them to deliver this acquired knowledge back to their organization in order to raise the bar and the barriers of provided health care services.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank all the respondents who devoted their time to take part in this study.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ETHICS STATEMENT

Written informed consent had been obtained from all the participants prior to write down any opinions. All Physical therapist participants are members of the Hellenic Physical Therapy Society, with ages over 17 years old.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

All authors listed have made a substantial, direct and intellectual contribution to the work, and approved it for publication.

FUNDING

This research did not receive any specific grant from funding agencies in public, commercial, or not-for-profit sectors.

REFERENCES

- [1] Collings, D. G. & M. K., 2009. Strategic Talent Management: A review and research agenda. *Human Resource Management Review*, 19 4, pp. 304-313.
- [2] Gallardo-Gallardo, E. e. a., 2013. What is the meaning of 'talent' in the world of work?. *Houman Resource Management Review*, 23 3, pp. 290-300.
- [3] Herriot, P. & P. C., 1996. Contracting careers. *Human Relations*, 49 12, pp. 757-790.
- [4] Ingram, T. & G. W., 2016. Talent Management in Healthcare Organizations - Qualitative research results. Rome-Italy, *Procedia Economics and Finance*.
- [5] Kravarity, F., 2016. National and organizational cultural impact on talent management's implementation: case studies from Greece. 2nd edition ed. Manchester: s.n.
- [6] Lawler, E. E., 2008. *Talent: Making People your Competitive Advantage*. San Francisco: Willey.
- [7] Lewis, R. E. e. a., 2006. Talent management: A critical review. *Houman Resource Management Review*, 16 2, pp. 139-154.
- [8] McDonnell, A. e. a., 2011. Global talent management: Exploring talent identification in the multinational enterprise. *European Journal of International Management*, 2 5, pp. 174 - 193.
- [9] Schiemann, W. A., 2014. From talent management to talent optimization. *Journal of World Business*, 49 2, pp. 281-288.
- [10] Smart, B. D., 2005. *Top granding: How leading companies win by hiring, coaching and keeping the best people..* New York: Penguin Group.
- [11] Snyder, N. T. & Duarte, D. L., 2003. *Strategic Innovation: Embedding Innovational as a Core Competency in your Organization*. New York: s.n.
- [12] Sparrow, P. & M. H., 2015. What is the value of talent management? building value-driven processes within a talent management architecture.. *Human Resource Management Review*, 25 3, pp. 249-263.

Soutien du niveau intermédiaire du système au district de santé : Perceptions des équipes de district de santé du Nord Kivu à l'est de la RDC

[Intermediate health system level support to health district: Perceptions of health district teams in North Kivu, eastern DRC]

Jean-Bosco Kahindo Mbeva¹⁻²⁻³⁻⁴, Mitangala Ndeba Prudence¹⁻²⁻⁵, Edgar Tsongo Musubao¹, Mahamba Nzanu¹, Lévis Kahandukya Nyavanda⁴, Janvier Kubuya Bonane⁶, and Denis Porignon⁷

¹ULB Coopération, PADISS, Bureau de Goma, RD Congo

²Université Officielle de Ruwenzori (UOR), Butembo, RD Congo

³Université Catholique du Graben (UCG), Butembo, RD Congo

⁴Université Libre des Pays des Grands Lacs (ULPGL), Goma, Nord-Kivu, RD Congo

⁵Université Catholique de Bukavu (UCB), Bukavu, Sud-Kivu, RD Congo

⁶Division provinciale de la santé du Nord Kivu, Goma, Nord-Kivu, RD Congo

⁷Université de Liège (ULG), Liège, Belgium

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: *Introduction:* In connection with the reform of the intermediate level of the health system in the DRC, this article describes the perceptions of health district teams, regarding to intermediate health level support, in North Kivu province. *Methodology:* This descriptive cross-sectional study conducted a self-administered questionnaire survey of senior staff in 34 health districts in North Kivu. The collected data was encoded and analyzed using SPSS version 26 software. *Results:* More than 85% of health district managers (29/34 districts) view positively the support and coaching at the intermediate level, in terms of the adequacy of the accompanying object, the gradient of the competences of the supervisors, the capacity building, the support for problem-solving and the progress on the path of revitalization of health districts. On the other hand, these perceptions are nuanced about the availability of framers, the frequency of accompanying visits, the juxtaposition of these visits on other activities and the effects on the use of services and the protection of users from financial risks. These perceptions do not vary by gender, age, occupational categories, and seniority in function and within the health district ($p>0.05$). *Discussion and conclusion:* These results show the value of more coherence, proactivity and responsiveness in support and reform of the intermediate level, to strengthen its impact on the performance of health district teams.

KEYWORDS: Health system, health district, supervision, intermediate level, Universal health coverage, Democratic Republic of Congo.

RESUME: *Introduction:* En lien avec la réforme du niveau intermédiaire du système de santé en RDC, cet article décrit les perceptions des équipes des districts de santé, vis-à-vis du soutien du niveau intermédiaire, dans la province du Nord Kivu. *Méthodologie:* Cette étude transversale descriptive a procédé par une enquête par questionnaire auto-administré auprès des personnels cadres de 34 districts sanitaires du Nord Kivu. Les données collectées ont été encodées et analysées grâce au logiciel

SPSS version 26. *Résultats*: Plus de 85% des cadres de district de santé (29/34 districts) perçoivent positivement le support et l'accompagnement par le niveau intermédiaire, au point de vue de l'adéquation de l'objet d'accompagnement, du gradient des compétences des encadreurs, du renforcement des capacités, du support à la résolution des problèmes et de la progression sur la voie de revitalisation des districts de santé. En revanche, ces perceptions sont nuancées au sujet de la disponibilité des encadreurs, de la fréquence des visites d'accompagnement, de la juxtaposition de ces dernières sur d'autres activités et des effets sur l'utilisation des services et la protection des usagers contre les risques financiers. Ces perceptions ne sont pas variables selon le sexe, l'âge, la catégorie professionnelle et l'ancienneté dans la fonction et au sein du district de santé ($p>0,05$). *Discussion et Conclusion*: Ces résultats, montrent l'intérêt de de plus de cohérence, de proactivité et de réactivité dans le support et la réforme du niveau intermédiaire, pour renforcer son impact sur les performances des équipes des districts de santé.

MOTS-CLEFS: Système sanitaire, district de santé, supervision, niveau intermédiaire, Couverture santé universelle, République Démocratique du Congo.

1 INTRODUCTION

La réforme du niveau intermédiaire (provincial) du système sanitaire en République démocratique du Congo (RDC) a été entreprise depuis les années 2012 [1]. Elle est menée en lien avec les orientations préconisées par l'OMS en 2008 dans le cadre du renouveau des soins de santé primaires [2], la réforme de l'administration publique en RDC et la vision imprimée par la stratégie de renforcement du système de santé en RDC [3]. Cette réforme met un focus particulier sur le soutien de la revitalisation des districts de santé¹. Bien avant cette réforme, le niveau intermédiaire du système sanitaire était constitué d'une structure dénommée inspection provinciale de la santé. Cette structure cumulait, bien que de façon différenciée selon les provinces, plus des fonctions relevant du contrôle de l'implémentation des politiques, des normes et des directives édictées par le niveau central du ministère de la santé, que celles relevant du soutien au district de santé [4]. Cette réforme impliquait une mutation de l'ancienne structure du niveau intermédiaire du système sanitaire, en deux nouvelles structures: l'inspection provinciale de la santé (IPS), avec des fonctions axées sur le contrôle, et la Division provinciale de la santé (DPS) avec des fonctions orientées plus vers le support socio technique à la revitalisation et au développement des districts de santé [5]. Ces deux structures réformées du niveau intermédiaire du système sanitaire fonctionnent sous l'autorité du gouvernement provincial, tout en maintenant des liens fonctionnels avec les structures des prestations des soins et d'autres services de santé du niveau provincial et certains liens hiérarchiques avec le niveau central du ministère de la Santé.

Les fonctions orientées vers le support socio technique des districts de santé, font notamment référence à la supervision et l'accompagnement des équipes de districts de santé. L'importance de la supervision et de l'accompagnement des personnels de santé pour améliorer ses performances a été fortement argumentée par l'OMS en 2006 [6] et par bien d'autres auteurs en RDC [7], [8], [5], [9], [10], [11] et hors de la RDC au niveau global [12], [13] et dans certains autres pays disposant des systèmes de santé structurés, comme le Sénégal [14], le Ghana [15], la Tanzanie et le Malawi [16], et le Kenya [17]. L'exercice de cette activité, dont la structuration a été bien documentée depuis les années 1988 par Flahaut et al [12] pour soutenir les prestations des soins au niveau du district de santé, est cruciale surtout dans des contextes de ressources humaines limitées, en termes de renforcement des capacités des personnels de santé [18], de motivation et de soutien à la résolution des problèmes par ces derniers [16].

La plupart d'études consultées dans ce domaine, se sont plus intéressées aux supervisions des équipes cadres des districts vers les personnels œuvrant au sein des services de santé. Peu d'études se sont intéressées aux processus de supervisions et d'accompagnement du niveau intermédiaire (provincial) vers les équipes des districts de santé et plus particulièrement à leurs perceptions du soutien reçu du niveau intermédiaire du système sanitaire.

Dans le contexte actuel de la RDC qui s'engage sur la voie de la couverture santé universelle (CSU), avec un accent particulier sur l'intégration et la qualité des services de santé essentiels [19], la question posée est de savoir si le support apporté par le

¹ En RDC, le district de santé, selon l'acception de l'OMS, correspond à la zone de santé

niveau intermédiaire du système sanitaire, rencontre les attentes des équipes de pilotage des districts de santé, particulièrement dans la province du Nord Kivu, à l'Est de la RDC.

En vue d'apporter quelques éléments de réponse à cette question, cet article décrit les perceptions des équipes de pilotage des districts de santé vis-à-vis du soutien apporté par le niveau intermédiaire du système sanitaire, dans la province du Nord Kivu, à l'Est de la RDC; la finalité étant d'apprécier l'adéquation du processus et du soutien apporté à ces équipes, dans une optique d'une démarche qualité, dans l'exercice de cette fonction essentielle du niveau intermédiaire du système sanitaire en RDC.

2 METHODOLOGIE

Il s'est agi d'une étude quantitative transversale et descriptive, réalisée sous forme d'enquête par questionnaire auto-administré, entre septembre et décembre 2020, auprès des membres des équipes de pilotage de 34 districts de santé que compte la province du Nord Kivu, à l'Est de la RDC.

2.1 LIEUX D'ETUDE

La province du Nord Kivu, à l'Est de la RDC et lieu d'étude, compte d'après les données sanitaires, une population estimée à près de 9,6 millions d'habitants en 2020 [20]. En termes d'effectifs de populations, elle occupe la deuxième province de la RDC après la ville-province de Kinshasa. Elle est confrontée depuis plus de deux décennies à une situation socio-politique et économique critique liée à des groupes armés endémiques locaux et étrangers [21], une situation contrastant avec le dynamisme de sa population.

Cette population est desservie par un système sanitaire, qui comporte au niveau provincial, un ministère provincial en charge de la santé, une division de la santé, un hôpital provincial de référence secondaire, une centrale régionale des médicaments essentiels, un laboratoire provincial et une inspection provinciale de la santé. Au niveau opérationnel, la province, compte 34 districts de santé, au sein desquels fonctionnent une offre de soins constituée de 33 hôpitaux de référence primaire, 106 autres structures hospitalières, 98 centres de santé de référence, 602 centres de santé et 263 postes de santé et dispensaires. Chaque district de santé est géré au quotidien par une équipe cadre de district, comprenant 5 personnes (Médecin chef de district, Médecin directeur de l'hôpital de référence, Administrateur gestionnaire, Infirmier superviseur, Directeur de Nursing de l'hôpital de référence), avec du personnel d'appoint. L'équipe cadre de district, avec le concours du personnel d'appoint, se partage les responsabilités de pilotage du district de santé, de prestations au sein de l'hôpital de district et de soutien des centres de santé.

Les deux dernières années et le début de l'année 2021, le Nord Kivu a fait face à deux épidémies de maladie à Virus Ebola (10^{ème} et 12^{ème} épidémies) et à la Covid-19. Contrairement à la dixième épidémie de maladie à virus Ebola, très meurtrière avec 2200 vies fauchées et qui d'après le Groupe d'Etude sur le Congo, fut l'objet d'une gestion parallèle face à un système de santé fragile [22], la douzième épidémie, dont le premier cas a été confirmé au laboratoire le 6 février 2021, a fait l'objet d'une stratégie de riposte qui s'appuie sur le système et les services des districts de santé en place.

2.2 STRUCTURATION DU PROCESSUS DE SOUTIEN ET D'ACCOMPAGNEMENT DES ÉQUIPES DE DISTRICT DE SANTE AU NORD KIVU

D'après les prescrits de la réforme du système sanitaire en RDC [1], [23], la responsabilité première de soutien aux équipes des districts de santé a été confiée à la Division provinciale de la santé. Cette dernière coordonne et exerce cette fonction, en ayant comme interface un bureau d'appui technique, qui dispose en son sein, des encadreurs provinciaux polyvalents (EPP). Le bureau d'appui technique interagit et met en contribution les 5 autres bureaux de la Division provinciale de la Santé et l'hôpital provincial, en fonction des besoins identifiés de support aux districts de santé.

En 2016, un atelier avait été organisé avec l'équipe réformée de la Division Provinciale de la Santé du Nord Kivu en vue de faire émerger un consensus et structurer le processus de soutien et d'accompagnement des équipes des districts de santé par le niveau intermédiaire (Figure 1). L'option de basculer d'un modèle hiérarchique et normatif de support vers un modèle d'accompagnement visant le renforcement des capacités, l'autonomisation des équipes et le soutien à la résolution des problèmes par ces dernières, avait été levée. Les encadreurs provinciaux polyvalents (EPP) avaient été responsabilisés, en raison d'un encadreur pour 2 à 3 districts de santé, pour coordonner le processus, dans le cadre d'un plan semestriel d'encadrement. Dans cette optique, ils sont tenus à mobiliser, en cas de besoin, des encadreurs spécialisés dans certains domaines comme ceux des prestations cliniques (spécialistes cliniciens de l'hôpital provincial), des programmes spécialisés (Tuberculose, Paludisme, Nutrition, Transfusion sanguine, etc.), de gestion des ressources (humaines, financières,

médicaments, ...), etc... En vue de renforcer la qualité de cet accompagnement, il avait été levé une option visant à systématiser la préparation des visites d'accompagnement, en s'appuyant sur l'exploitation des informations sanitaires et d'autres ressources. Enfin, il avait été décidé de systématiser la tenue des réunions trimestrielles d'évaluation et programmation des missions d'accompagnement et l'organisation, une fois l'an, d'une enquête de satisfaction auprès des équipes de gestion des districts. Les résultats issus de ces enquêtes devraient être partagés et capitalisés, afin d'améliorer le support apporté aux équipes des districts de santé.

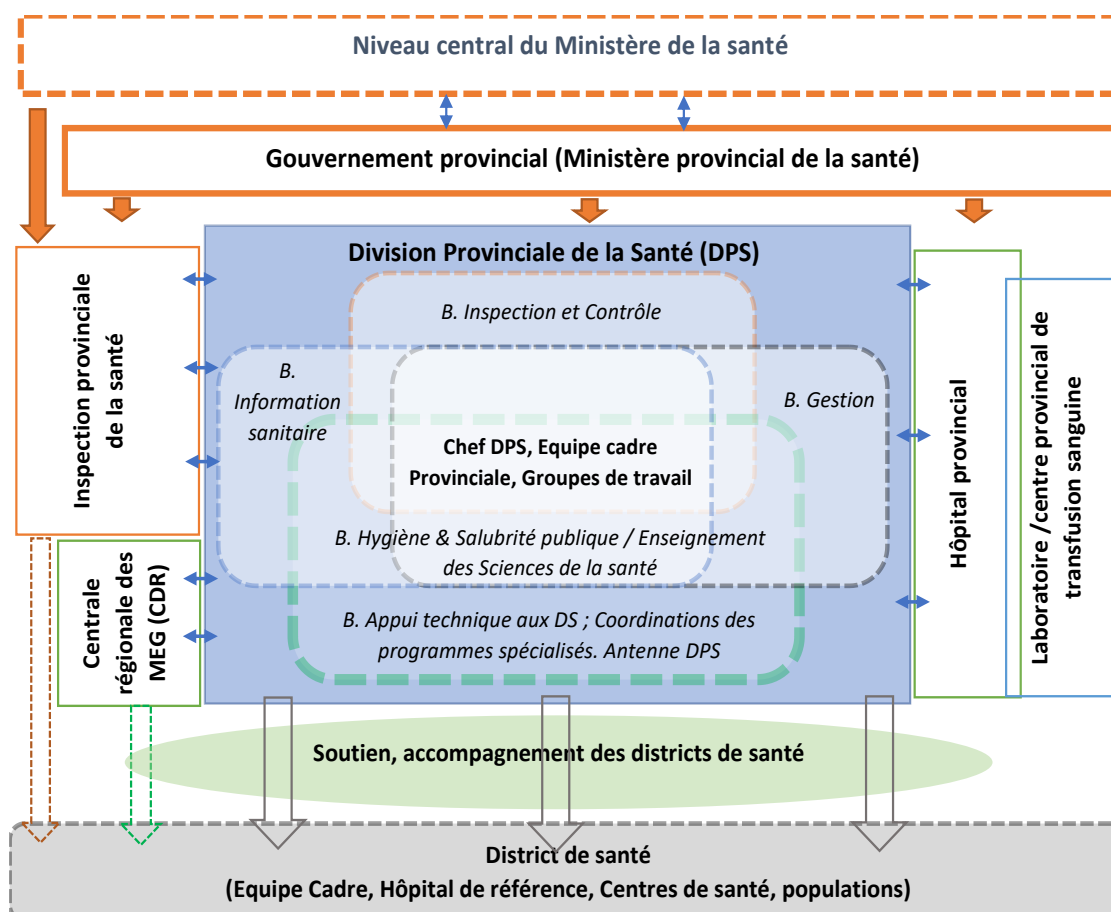


Fig. 1. Modélisation des interactions et du support aux districts de santé au Nord Kivu, RDC, 2016

2.3 ECHANTILLONNAGE ET COLLECTE DES DONNEES

Le questionnaire d'enquête avait été préalablement validé au niveau du groupe de travail informations sanitaires de la Division provinciale de la santé du Nord Kivu et son contenu expliqué aux cadres des 34 districts de santé présents au cours de l'atelier de la revue des activités des soins de santé primaires tenu dans la ville de Butembo en septembre 2020.

Il s'est agi d'un échantillonnage exhaustif. Le questionnaire a été adressé à tous les 170 membres des équipes cadres des 34 districts de santé opérationnels au Nord Kivu.

2.4 COLLECTE DES DONNEES

Le questionnaire était individuellement auto-administré par chacun des membres de l'équipe cadre de district de santé. Le questionnaire portait sur les cinq thèmes suivants: (i) le profil du répondant, en termes d'âge, sexe, qualifications et prestations; (ii) ses perceptions des processus d'accompagnement; (iii) son niveau d'appréciation sur une échelle allant de 1 à 5 (Médiocre, Assez bien, Bien, très bien, Excellent) des effets du soutien reçu au cours de l'an 2020, sur les 5 domaines de revitalisation du district de santé, ainsi que l'utilisation des services de santé et la réduction des barrières financières dans l'accès aux services de santé; (iv) ses attentes en termes d'aspects à améliorer; (v) enfin, ses perceptions sur le niveau de

progression du district sur la voie revitalisation du district de santé, tel qu'indiqué par la Stratégie de renforcement du système de santé en RDC (SRSS en sigle).

La collecte des données de l'étude avait été réalisée entre septembre et décembre 2020.

2.5 ANALYSE DES DONNEES

Les données collectées avaient été saisies et analysées à l'aide du logiciel SPSS (Statistical Package for Social Sciences) version 26. Les comparaisons des proportions avaient été faites avec le test du Chi-carré de Pearson ou le test exact de Fisher. Pour comparer les moyennes, le test d'analyse de variance (Anova) avait été utilisé. Le seuil de signification considéré était de 0,05.

2.6 CONSIDERATIONS ÉTHIQUES

L'étude avait été conduite selon un protocole de recherche et un questionnaire préalablement soumis au groupe de travail informations sanitaires de la Division Provinciale de la Santé du Nord Kivu. La participation des cadres des districts avait été volontaire et l'anonymat avait été observé tout au long du processus de collecte et d'analyse des données.

3 RESULTATS

3.1 PROFIL SOCIO-DEMOGRAPHIQUE ET PROFESSIONNEL DES CADRES DES DISTRICTS DE SANTE AYANT PARTICIPE À L'ETUDE

Sur un total de 170 cadres à qui le questionnaire avait été adressé, 152 cadres avaient répondu au questionnaire, soit une proportion de réponses de 89,4%. Le profil socio démographique et professionnel des cadres de districts de santé ayant répondu au questionnaire est repris dans le tableau 1.

Tableau 1. Paramètres sociodémographiques et professionnelles des répondants à l'enquête de satisfaction des cadres des zones de santé de la province du Nord Kivu face au soutien reçu de la division provinciale de la santé du Nord Kivu en 2020, RDC

Paramètres	Caractéristiques des paramètres des enquêtés		
	Moyenne (D S)	Médiane (Min – Max)	Proportion (%)
Age en années (n = 145)	44,7 (7,9)		
Sexe (n = 152)			
Féminin			11,8
Professions (n = 148)			
Médecins			34,5
Infirmiers			40,5
Gestionnaires			16,2
Autres			8,8
Prestations régulières			
Au sein de l'équipe cadre (n = 151)			92,3
Au sein de l'hôpital de référence (n = 146)			60,3
Au sein de l'hôpital de référence et de l'équipe cadre (n = 145)			51,7
Ancienneté en années			
Dans le district de santé (n = 152)		9,0 (1 – 37)	
Dans la fonction (n = 152)		7,0 (1 – 35)	

Les répondants de sexe féminin avaient un âge plus faible [41,3 ans (7,7) (n = 18)] comparés à ceux de sexe masculin [45,1 ans (7,8) (n = 127)], mais la différence n'était pas statistiquement significative (p=0,052).

Les âges moyens respectifs en années (déviations standard) étaient de 43,5 (6,4) pour les médecins (n = 51), de 46,7 (8,2) pour les infirmiers (n = 58), de 40,7 (6,1) pour les gestionnaires (n = 21) et de 45,0 (11,7) pour les autres professionnels (n = 11). Les gestionnaires avaient un âge significativement inférieur comparés aux infirmiers ($p = 0,014$).

L'ancienneté [médiane (min - max)] en années des médecins (n = 51) dans le district de santé était de 7 (1 – 37) et significativement plus faible que celles des autres professions ($p = 0,006$). Pour les autres professions les anciennetés respectives [médiane (min - max)] en années étaient de 14 (1 – 30) pour les infirmiers (n = 60), de 9 (1 – 17) pour les gestionnaires (n=24), et de 10 (4 – 35) pour les autres professions (n = 13).

Il en a été de même pour l'ancienneté dans la fonction. L'ancienneté [médiane (min - max)] en années des médecins (n = 51) dans la fonction était de 5 (1 – 35) et significativement plus faible que celles des autres professions ($p = 0,019$). Pour les autres professions les anciennetés respectives [médiane (min - max)] en années étaient de 9 (1 – 29) pour les infirmiers (n = 60), de 9 (2 – 19) pour les gestionnaires (n=24), et de 9 (4 – 20) pour les autres professions (n = 13).

Les prestations régulières à l'hôpital de référence du district et au sein de l'équipe-cadre de district à la fois, étaient significativement plus fréquentes parmi les médecins 75,5% (n=49) comparés aux infirmiers 44% (n = 56), aux gestionnaires 30,4% (n = 23) et aux autres professions 30,8 (n=13) ($p < 0,001$).

3.2 PERCEPTIONS DES CADRES DES DISTRICTS DE SANTE SUR LE PROCESSUS D'ACCOMPAGNEMENT DES DISTRICTS DE SANTE PAR LE NIVEAU INTERMEDIAIRE DU SYSTEME SANITAIRE DANS LA PROVINCE DU NORD KIVU

Le processus d'accompagnement avait été globalement moins bien perçu par les cadres des districts de santé, en termes de fréquence des visites, de disponibilité des encadreurs et de superposition avec des visites du niveau intermédiaire au niveau des districts de santé. En revanche et pour plus de 85% des cadres des districts, le soutien apporté par le niveau intermédiaire avait été perçu positivement, au point de vue du gradient des compétences de l'encadreur, de l'adéquation de l'accompagnement par rapport aux besoins, du renforcement effectif des capacités des bénéficiaires, du soutien effectif à la résolution des problèmes auxquels les équipes sont confrontées et de l'utilité réelle du support apporté par les encadreurs du niveau intermédiaire.

Le tableau 2 donne les détails sur les perceptions des cadres des districts de santé.

Tableau 2. *Perceptions des cadres des districts de santé face au processus de soutien reçu du niveau intermédiaire du système sanitaire en 2020, Province du Nord Kivu, RDC*

Dimensions de perceptions des processus d'accompagnement et de supervision des personnels des districts de santé par le niveau intermédiaire	Proportions des cadres des avec des perceptions en faveur (Oui) (%)
Fréquence suffisante des visites d'accompagnement des districts de santé (n = 146)	53,4
Absence de télescopage des visites sur terrain dans les districts de santé (n = 145)	47,6
Disponibilité de l'encadreur à la demande (n = 147)	66,7
Adéquation de l'objet d'accompagnement avec les attentes des cadres et personnels des districts de santé (n = 146)	91,1
Reconnaissance par les cadres des districts de santé du gradient de compétences de l'encadreur (n = 144)	93,1
Renforcement effectif des capacités des cadres de santé en leadership et gouvernance de district de santé (n = 145)	89,0
Renforcement effectif des capacités d'organisation des prestations des services de santé (n = 147)	90,5
Renforcement effectif des capacités d'analyse des données sanitaires et de résolution problèmes au sein du district de santé (n = 144)	85,4
Pertinence du feed-back formulé par l'encadreur (n = 144)	91,7
Utilité globale des visites d'accompagnement des districts de santé (n = 146)	93,8

Rapporté aux districts de santé, l'utilité globale du support reçu, avait perçue positivement pour 29 des 34 districts de santé du Nord Kivu.

3.3 PERCEPTIONS DES EFFETS DU PROCESSUS D'ACCOMPAGNEMENT ET DE SOUTIEN SUR LES PERFORMANCES DES DISTRICTS DE SANTE

La perception des effets du support du niveau intermédiaire sur les performances des districts de santé avait été globalement satisfaisante. En effet dans plus de 90% des cas, la plus-value du support et de l'accompagnement du niveau intermédiaire sur le renforcement des performances des districts de santé avait été perçue, au minimum, bonne. Les détails sur les niveaux de perceptions sont détaillés dans le tableau 3.

Tableau 3. Niveaux de perceptions des effets de l'accompagnement et soutien des cadres du niveau intermédiaire sur les performances des districts de santé en 2020, Province du Nord Kivu, RDC

Domaines d'appréciation des effets du soutien et accompagnement	Niveaux de perceptions des effets du soutien du niveau intermédiaire aux équipes de district de santé (proportions) (%)				
	Médiocre	Assez bon	Bon	Très bon	Excellent
Renforcement du leadership et de la gouvernance du district de santé (n = 148)	3,4	7,4	47,3	38,5	3,4
Amélioration de la Couverture sanitaire du district de santé (n = 150)	8,7	23,3	46,0	21,3	0,7
Rationalisation des services de santé du district (n = 149)	7,4	16,1	55,0	20,1	1,3
Amélioration de la qualité des prestations des soins (n = 150)	4,0	8,7	53,3	31,3	2,7
Amélioration de la participation communautaire (n = 148)	2,7	16,2	54,7	24,3	2,0
Accroissement de l'utilisation des services (n = 150)	5,3	10,0	56,0	28,0	0,7
Renforcement de la protection financière des usagers (n = 149)	14,8	29,5	37,6	17,4	0,7
Globalement (n = 144)	1,4	6,3	47,2	42,4	2,8

Aucune différence statistiquement significative de niveau global de perception des effets d'accompagnement n'avait été observée, selon le sexe, l'âge, la catégorie professionnelle, l'ancienneté dans le district de santé, l'ancienneté dans la fonction et le fait que le sujet preste régulièrement au sein de l'équipe cadre ou de l'hôpital de référence (tableau 4).

Tableau 4. Niveaux globaux de perceptions des effets de l'accompagnement et soutien des cadres du niveau intermédiaire sur les performances des districts de santé selon les caractéristiques des répondants en 2020, Province du Nord Kivu, RDC

Caractéristiques des répondants	Niveau de perception globale (%)					p
	Médiocre	Assez bon	Bon	Très bon	Excellent	
Sexe du répondant						
Féminin (n = 16)	0,0	0,0	50,0	50,0	0,0	0,89*
Masculin (n= 128)	1,6	7,0	46,9	41,4	3,1	
Prestations régulières à l'ECZS						
Oui (n = 131)	0,8	6,9	45,8	43,5	3,1	0,18*
Non (n = 12)	8,3	0,0	66,7	25,0	0,0	
Prestations régulières à l'HGR						
Oui (n = 88)	1,1	2,3	48,9	44,3	3,4	0,10*
Non (n = 51)	2,0	13,7	43,1	39,2	2,0	
Prestations régulières à l'HGR et à l'ECZS						
Oui (n = 75)	0,0	2,7	46,7	46,7	4,0	0,10*
Non (n = 63)	3,2	11,1	47,6	36,5	1,6	
Catégorie professionnelle						
Médecin (n =50)	2,0	4,0	50,0	42,0	2,0	0,10*
Infirmier (n = 58)	1,7	5,2	48,3	43,1	1,7	
Gestionnaire (n = 23)	0,0	4,3	34,8	52,2	8,7	
Autre (n = 9)	0,0	22,2	55,6	22,2	0,0	
Ancienneté dans la zone de santé						
> 5 ans (n = 104)	0,0	4,8	51,9	40,4	2,9	0,07*
≤ 5 ans (n = 40)	5,0	10,0	35,0	47,5	2,5	
Ancienneté dans la fonction						
> 5 ans (n = 83)	0,0	7,2	53,0	36,1	3,6	0,15*
≤ 5 ans (n = 61)	3,3	4,9	39,3	50,8	1,6	
* Test exact de Fisher						

* Test exact de Fisher

3.4 PERCEPTIONS DE LA PROGRESSION DES DISTRICTS DE SANTE SUR LA VOIE DE LA REVITALISATION INDIQUEE PAR LA STRATEGIE DE RENFORCEMENT DU SYSTEME DE SANTE EN RDC (SRSS)

Dans plus de 90% des cas, la perception par les cadres des districts de santé de la progression des districts sur la voie indiquée par la SRSS avait été, au minimum, bonne.

Tableau 5. Perceptions des effets de l'accompagnement et soutien des cadres du niveau intermédiaire sur progression des districts de santé sur la voie indiquée par la SRSS en 2020, Province du Nord Kivu, RDC

Perception de la progression des districts de santé sur la voie de la SRSS	Fréquences	Proportions (%)
Médiocre	0	0
Assez bon	9	7,5
Bon	64	53,3
Très bon	44	36,7
Excellent	3	2,5
Total	120	100,0

Comme le montre le tableau 6, le niveau de perception de la progression des districts de santé sur la voie indiquée par la SRSS avait été variable selon le niveau de perception de la plus-value de l'accompagnement du niveau intermédiaire sur les performances des districts de santé.

Tableau 6. Niveau de perceptions de la progression des districts de santé sur la voie indiquée par la SRSS selon le niveau global d'appréciation du soutien du niveau intermédiaire aux districts de santé en 2020 Province du Nord Kivu, RDC

Perception de la progression sur la voie de la SRSS	Niveau global de perception de l'accompagnement /support des districts de santé par le niveau intermédiaire					p
	Médiocre	% Assez bon	Bon	Très bon	Excellent	
Assez bon (n = 8)	0,0	37,5	50,0	12,5	0,0	< 0,001
Bon (n = 61)	0,0	6,6	65,6	26,2	1,6	
Très bon (n = 43)	0,0	0,0	23,3	76,7	0,0	
Excellent (n = 3)	0,0	0,0	0,0	33,3	66,7	

* Test exact de Fisher

3.5 LES AMELIORATIONS ATTENDUES DU PROCESSUS DE SOUTIEN ET D'ACCOMPAGNEMENT DES DISTRICTS DE SANTE PAR LE NIVEAU INTERMEDIAIRE

Dans plus de 80% des cas, le souhait d'intégrer davantage l'accompagnement plus ciblé sur les programmes spécialisés dans l'accompagnement global, et une plus grande mobilisation du support orientée sur les aspects cliniques avait été formulé. En revanche, dans moins de 20% des cas, des attentes en termes de changement d'encadreurs, par ceux plus disponibles pour plus compétents avaient été formulées (tableau 7).

Tableau 7. Attentes des cadres des districts en vue de l'amélioration du soutien du niveau intermédiaire aux districts de santé en 2020, Province du Nord Kivu, RDC

Attentes en vue d'amélioration du soutien du niveau intermédiaire aux districts de santé	Proportions (%)
Intégrer davantage l'accompagnement ciblé sur les aspects cliniques (n = 140)	85,7
Mieux articuler l'accompagnement global avec les supervisions ciblées sur les programmes spécialisés (n = 145)	82,1
Changer l'encadreur actuel par un encadreur plus compétent (n = 144)	11,1
Changer l'encadreur actuel par un encadreur plus disponible (n = 143)	18,2

4 DISCUSSION

Notre étude avait pour objectif de décrire les perceptions des cadres des districts de santé de la province du Nord Kivu, à l'Est de la RDC, vis-à-vis du soutien et de l'accompagnement dont ils ont été bénéficiaires de la part du niveau intermédiaire du système sanitaire au cours de l'an 2020. Les résultats de cette étude mettent en évidence des perceptions globalement positives des cadres des districts de santé vis-à-vis des processus de soutien et d'accompagnement par le niveau intermédiaire du système sanitaire en 2020 ainsi que de leurs effets sur le renforcement des capacités des équipes et des performances dans la gestion et les prestations au sein des districts de santé.

Avant de discuter les principaux résultats de cette étude, il importe d'aborder les quelques limites de cette étude. La première limite tient à un possible biais de désirabilité. En effet, dans un contexte où la hiérarchie est très respectée, il se pourrait que dans certains cas, les cadres des districts aient nuancé leurs perceptions vis-à-vis du support du niveau intermédiaire. Cette limite pourrait avoir été amenuisée, par le fait que cette étude s'inscrit dans une pratique datant de quatre ans. L'utilité en termes d'amélioration de la qualité d'accompagnement avait été expliquée aux participants à l'étude. En outre, la longévité des répondants dans leurs fonctions et au sein des districts de santé, permet d'espérer une plus pertinence de perceptions formulées. La deuxième limite possible concerne le ciblage des cadres de gestion des districts. Toutefois, comme l'indiquent les résultats de l'étude, dans plus de 60% des cas, ces enquêtés étaient en même temps des prestataires réguliers des hôpitaux des districts de santé.

En dépit de ces limites, notre étude le mérite de s'intéresser aux perceptions des bénéficiaires d'un soutien au sein du système de santé. A notre connaissance, elle est l'une des rares études qui se sont intéressées à la perception des personnes supervisées par un niveau supérieur particulièrement en RDC.

Les résultats de cette étude fournissent des indications intéressantes qu'il importe de discuter, au sujet du profil des cadres des districts de santé et de leurs prestations hospitalières, de la régularité dans le processus d'accompagnement, et de la

progression sur la voie de restructuration des districts de santé selon la stratégie sectorielle en RDC. Ces éléments sont discutés, au regard des fonctions attribuées au niveau intermédiaire du système sanitaire dans le cadre de la réforme et de la volonté de la RDC de progresser vers la couverture santé universelle (CSU).

Le profil des cadres de districts montre un âge moyen de 44,7 ans, une ancienneté médiane de 9 ans au sein du district et de 7 dans la fonction, une minorité féminine, une prépondérance des médecins et infirmiers. Des prestations régulières au sein de l'hôpital de référence sont notées. Dans le contexte de la RDC, pays dont l'espérance de vie est évaluée à 60,5 ans en 2016 [24], ce niveau d'âge moyen pose question. Un processus de renouvellement, qui prend en compte les valeurs sous-jacentes aux soins de santé primaires, devrait être planifié et engagé. La minorité féminine traduit partiellement les inégalités des genres subsistantes en RDC au point de vue de l'accès à l'enseignement en RDC et à l'emploi à des postes dans des districts de santé ruraux du Nord Kivu. Ces districts de santé ruraux du Nord Kivu, pour la plupart, côtoient l'insécurité au quotidien. Dans cette région de l'Est de la RDC où les conflits ont été les plus meurtriers depuis la seconde guerre mondiale, les femmes sont les grandes victimes [25]. La persistance de cette situation d'insécurité depuis près de 20 ans dans la province pourrait répugner les prestataires de sexe féminin à œuvrer dans ce milieu. La proportion des cadres de districts prestant régulièrement au sein des hôpitaux de district de santé, bien non encore suffisante, s'inscrit dans les orientations formulées dans la stratégie sectorielle de renforcement du système de santé en RDC [3].

L'accompagnement et le support du niveau intermédiaire aux personnels des districts de santé en RDC constituent la principale fonction dévolue au niveau intermédiaire par la réforme du système de santé en RDC [3], [26]. Cette fonction, dont la finalité est de tirer le meilleur parti des personnels de santé, en vue de leurs performances [6], requiert une régularité dans son exercice. Dans notre étude, pour environ un cas sur deux, les perceptions des cadres des districts montrent une fréquence insuffisante des visites d'accompagnement, une disponibilité limitée de l'encadreur à la demande et un télescopage des précieux moments d'accompagnement avec d'autres activités. Ces perceptions semblent indiquer un éloignement des pratiques d'accompagnement avec la régularité et la continuité souhaitées. Les fréquences limitées des visites d'accompagnement et la disponibilité limitée des encadreurs pourraient s'expliquer par l'effectif réduit de l'équipe réformée du niveau provincial, notamment les encadreurs des districts, qui de fait, se sont occupées, en 2020 de 3 à 4 districts de santé à la fois, alors que le contexte de la Covid-19 nécessitait un appui plus soutenu des districts de santé par le niveau intermédiaire du système sanitaire. Le phénomène de chevauchement avec d'autres activités, pourrait s'expliquer par le niveau non encore suffisant d'intégration des financements et des actions des programmes spécialisés au niveau intermédiaire. Ces deux difficultés posent question par rapport aux rôles de régulation et d'appui effectif du niveau central du ministère de la santé et des autorités provinciales vis-à-vis du niveau intermédiaire du système sanitaire. En effet, c'est d'eux que dépendent la mise en place effective des ressources humaines et l'intégration des programmes spécialisés au niveau provincial du système sanitaire dans le cadre de la réforme, dont le processus semble inachevé sur ces deux points.

En dépit des écueils abordés dans la précédente section, l'accompagnement et le support des équipes de districts par le niveau intermédiaire sont globalement perçus positivement par les cadres des districts de santé, au point de vue du renforcement de leurs capacités et leurs performances. Ces résultats rejoignent ceux d'une étude menée en Tanzanie [27]. Cette étude a montré combien les supervisions formatives renforçaient la gestion des ressources humaines, et en particulier la motivation et les performances du personnel de santé. Comme l'ont indiqué deux études, l'une menée au Rwanda sur les perceptions des personnels de santé sur les fonctions évaluatives et formatives de leurs superviseurs [28], et l'autre au Botswana sur les pratiques de supervisions [29], les personnels de santé du niveau opérationnel sont plus demandeurs de soutien et de renforcement de leurs capacités, que d'évaluation de leurs performances. Pour le cas du Nord Kivu, les résultats de cette étude montrent une plus grande adéquation de l'accompagnement avec les attentes réelles des équipes de district, le renforcement effectif de leurs capacités et le support à la résolution des problèmes. Ces perceptions, semblent indiquer un changement de paradigme d'encadrement, qui passe d'un modèle administratif et normatif vers un modèle formatif et de soutien des équipes. Comme l'ont décrit Marquez et Kean [30], le paradigme formatif de l'accompagnement met un accent particulier sur l'identification et la résolution des problèmes en équipe et sur l'optimisation de l'allocation des ressources dans la résolution des problèmes identifiés. Ce paradigme qui s'inscrit dans une approche systémique, implique, pour l'encadreur, de mobiliser à bon escient, certains principes et stratégies de formation et d'apprentissage des adultes, tels que décrits par Faulx et Danse [31].

La perception par les cadres de district du gradient de compétences chez les encadreurs, semble traduire la reconnaissance des efforts fournis en amont par les encadreurs, tel que formalisé dans le document de conceptualisation du processus d'accompagnement [32]. En effet, les indications méthodologiques dudit document, prévoient que l'encadreur assure une préparation structurée des visites d'accompagnement, moyennant l'exploitation des données sanitaires du district de santé, la formulation des hypothèses par rapport aux problèmes pré identifiés, l'exploitation des ressources documentaires et autres,

pour anticiper sur l'appui et le renforcement des capacités des équipes du district de santé dans la résolution des problèmes pré identifiés.

Au-delà de la préparation des activités d'accompagnement, la qualité de l'interaction entre l'encadreur et l'équipe de district, revêt une dimension essentielle dans ce modèle. Cette interaction est très complexe, dans la mesure où le personnel de district de santé encadré, se trouve confronté à plusieurs paradoxes: (i) le besoin d'être soutenu, versus celui d'autonomie, (ii) le besoin d'être reconnu, versus le risque de voir ses limites en termes de savoirs d'aptitudes dévoilés, et par ce fait la peur du regard des autres. Face à ces paradoxes et ces craintes, il appartient à l'encadreur d'adopter une posture qui rassure les personnels encadrés, sans renoncer à soutenir ces derniers, dans le questionnement des contextes, des processus et de leurs accomplissements. Face à ces paradoxes, l'encadreur adopterait de manière alternée ou simultanée les postures de « pair » et d'« expert », telles que proposées par Faulx et Danse, dans les pédagogies des adultes [31]. Comme pair, l'encadreur reconnaît aux personnels de districts, leur meilleure connaissance de leurs contextes de travail ainsi que les savoirs et les compétences des personnels encadrés par rapport à leurs métiers; Comme expert, il les soutient, dans le processus de questionnement de leurs pratiques et la mise en route des changements qu'imposent la résolution des problèmes identifiés. Pour réussir cette fonction d'accompagnateur du changement, l'encadreur se doit disposer de réelles capacités d'écoute, pour capter les besoins et ainsi contribuer à renforcer la motivation et l'action des personnels encadrés.

Notons que cette interaction, déjà bien complexe, entre encadreur et personnels encadrés, est modulée par plusieurs variables contextuelles.

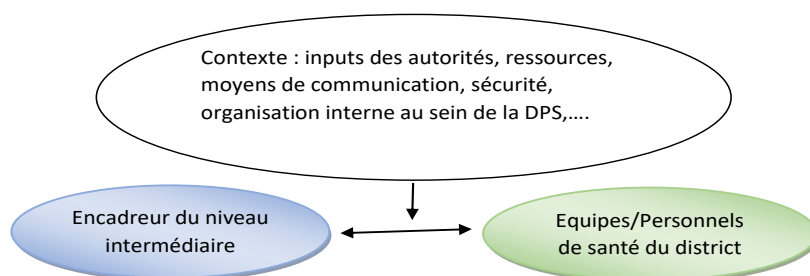


Fig. 2. Interactions entre encadreurs et équipes des districts

La perception nuancée d'effets positifs du soutien apporté par le niveau intermédiaire, sur la protection financière des populations contre les risques financiers liés au paiement des soins, est révélatrice de certaines limites d'un processus d'encadrement, tant que certaines stratégies plus globales ne sont développées en amont. Pour le cas présent, une réelle protection financière requiert la mise en place au niveau national, voire provincial des systèmes solidaires et de prépaiement des soins, tel que préconisé dans le plan stratégique pour la couverture santé universelle en RDC [19]. Tel n'est pas encore le cas en RDC en général et dans la province du Nord Kivu en particulier. En effet le mécanisme d'assurance maladie reste limité à quelques initiatives de micro-assurance (mutuelles de santé) [33], [34]. Leur couverture reste à deçà de 5% pour la RDC et à moins de 1% pour la province du Nord Kivu, avec 1% des dépenses communes de santé dédiées au système solidaire de prépaiement des soins en 2018 [35] et sans effets notables sur la qualité des services de santé [36], et leur l'accessibilité par les populations [34].

Les attentes des cadres des districts de santé, dans plus de 80 % des cas vont dans le sens d'une plus grande mobilisation des encadreurs cliniciens et d'une meilleure articulation des supervisions ciblées sur les programmes spécialisés sur l'encadrement global. La première attente rejoint l'intérêt du renforcement de la qualité des soins dans le cadre de la marche vers la couverture santé universelle [37], [38] et tel que préconisé par la stratégie sectorielle [3] et le plan national de développement sanitaire de la RDC [39]. En général, nombreux encadreurs provinciaux polyvalents en RDC se sont éloignés, pendant des années, des prestations cliniques quotidiennes. Le recours à des encadreurs cliniciens, issus de l'hôpital provincial, permettrait de compenser ce manque, en apportant l'expertise clinique dans l'accompagnement de la prise en charge des patients au niveau des hôpitaux de districts de santé. Les superviseurs spécialistes cliniciens et ceux des programmes spécialisés, souvent portés par une logique de maximalisation, ont tendance de privilégier la prise en charge de la maladie en lieu et place de la prise en charge de la personne. Dans ce contexte, une meilleure articulation des supervisions cliniques et des programmes spécialisés, avec l'accompagnement global d'un district de santé, devrait être coordonnée par l'encadreur provincial polyvalent dudit district de santé; ce qui permettrait de basculer réellement de la prise en charge de la maladie vers

la prise en charge du patient au sein des hôpitaux des districts. Ce basculement s'inscrit dans le rationnel des soins centrés sur la personne, tel que préconisé dans le cadre du renouveau des soins de santé primaires [2].

La couverture de la population par des services de santé essentiels et le renforcement de leur qualité constituent des volets essentiels de la couverture santé universelle et un impératif mondial [37], [38]. Comme l'a bien indiqué la feuille de route nationale sur la CSU en RDC, ces deux volets essentiels relèvent de la responsabilité première du ministère de la santé. Les districts de santé y jouent un rôle essentiel d'opérationnalisation, avec le soutien du niveau intermédiaire. Pour la RDC, la voie à suivre a été contextualisée et balisée au travers la stratégie de renforcement du système sanitaire en RDC (SRSS) [3]. Les perceptions des cadres des districts de santé du Nord Kivu par rapport à la progression sur cette voie sont globalement positives. Ces perceptions sont corrélées avec le niveau de perceptions du support reçu du niveau intermédiaire. Ce lien semble montrer l'importance du niveau intermédiaire du système de santé dans le processus de revitalisation des districts de santé tel que conceptualisé par la SRSS en RDC. Toutefois, ces perceptions pourraient être nuancées, au regard d'importants défis qui subsistent dans la province du Nord Kivu, en rapport avec le niveau d'intégration des services de santé essentiels et de leur qualité [20], [40].

5 CONCLUSION

Les perceptions des cadres des districts de santé par rapport au support et à l'accompagnement du niveau intermédiaire du système sanitaire dans la province du Nord Kivu sont globalement satisfaisantes. Elles traduisent le passage progressif d'un modèle administratif et de contrôle vers un modèle formatif et de support aux équipes des districts de santé. Ce passage devrait être consolidé en puisant sur les principes et les stratégies des pédagogies d'adultes.

Les aspects nuancés par rapport à ces perceptions (régularité des visites d'accompagnement, disponibilité des encadreurs à la demande et la juxtaposition des visites d'accompagnement avec d'autres activités) mettent en évidence le caractère inachevé de la réforme du niveau intermédiaire du système sanitaire en RDC, au point de vue de l'intégration des programmes spécialisés et de la régulation des ressources humaines.

Pour progresser sur la voie de la couverture santé universelle, pour les volets de couverture sanitaire, d'intégration et de qualité des services de santé essentiels au niveau des districts de santé et tirer le meilleur parti des personnels de santé du niveau intermédiaire dans ce processus, plus de cohérence, de proactivité et de réactivité, sont requis dans le soutien à la réforme du niveau intermédiaire du système sanitaire, tel qu'indiquée dans la réforme sectorielle en RDC.

CONFLIT D'INTERET

« Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas de relation financière ni personnelle qui pouvait les avoir influencés de manière inappropriée en rédigeant cet article »

CONTRIBUTION DES AUTEURS

Conception du protocole de l'étude: Jean-Bosco Kahindo Mbeva

Collecte des données: Jean-Bosco Kahindo, Edgar Musubao

Analyse des données: Mitangala Ndeba Prudence, Jean-Bosco Kahindo Mbeva

Rédaction de l'article: Jean-Bosco Kahindo Mbeva.

Relecture et production de la version finale de l'article: Jean-Bosco Kahindo Mbeva, Mitangala Ndeba Prudence, Edgar Tsongo Musubao, Mahamba Nzanu, Lévis Kahandukya Nyavanda, Janvier Kubuya Bonane et Denis Porignon.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'Union Européenne et le Gouvernement Belge (DGD) pour le financement du PADISS (projet d'appui au développement intégré du système de santé au Nord-Kivu), projet dans le cadre duquel cette étude a été réalisée. Ils remercient également le Dr Guy Mutombo pour son implication dans la collecte des données ainsi que les cadres des districts de santé du Nord Kivu pour avoir participé à l'étude.

REFERENCES

- [1] Ministère de la santé publique de la RDC, Secrétariat Général. Cadre et structures organiques. Vers la couverture sanitaire universelle. Kinshasa, Ministère de la santé publique de la RDC, 2012.
- [2] OMS, Rapport sur la santé dans le monde 2008: les soins de santé primaires -maintenant plus que jamais. Genève, Organisation mondiale de la Santé, 2008.
- [3] Ministère de la santé publique de la RDC, Stratégie de renforcement du système de santé en République Démocratique du Congo. Kinshasa, Ministère de la Santé publique de la RDC, 2006.
- [4] M.JB. Kahindo, "Structures intermédiaires de santé: concepts et conditions d'émergence en RDC," *Revue Acta Europeana Systemica*, no. 1 (ISSN 2225-9635) - <http://aes.ues-eus.eu/>.
- [5] M.JB. Kahindo, C. Schirvel, E. Godelet, A. Wodon, D. Porignon, M. Bonami, "Réforme des structures intermédiaires de santé en République démocratique du Congo", *Revue Santé Publique*, vol. 26, no.6, pp. 849-853, 2014.
- [6] OMS, Rapport sur la santé dans le monde 2006: Travailler ensemble pour la santé. Genève, Organisation mondiale de la Santé, 2006.
- [7] M.JB. Kahindo, C. Schirvel, H. Karemere, N.P. Mitangala, A. Wodon A, D. Porignon, "Gouvernance et soutien provincial au district de santé en RD-Congo", *Med Trop*, vol.71, pp. 147-151, 2011.
- [8] M.JB. Kahindo, C. Schirvel, H. Karemere, D. Porignon, "Soutien du niveau intermédiaire au district sanitaire urbain à Kinshasa (1995-2005), RD Congo", *Revue Santé Publique*, 2012/HS, vol. 24, pp. 9-22, 2012.
- [9] H. Karemere, "Renforcer la supervision des équipes cadres des zones de santé: Cas de la province du Haut-Uélé en République Démocratique du Congo". *International Journal of Innovation and Applied Studies* ISSN 2028-9324, vol. 17, no. 1, pp. 129-135, 2016.
- [10] J.L. Mopene, C. Molima, M.JB. Kahindo, S. Makali, H. Karemere, "Réforme et performance de l'Inspection de la santé et de la Division de la santé au Sud-Kivu en République Démocratique du Congo", *Afr J Prm Health Care Fam Med*, vol.12, no.1, 2020. a2534. <https://doi.org/10.4102/phcfm.v12i1.2534>.
- [11] K.D. Chuy, B.Criel, Z. Belhiti, T.A. Mwembo, and M.F.Chenge, "Soutien du niveau intermédiaire du système de santé aux équipes-cadres des districts sanitaires: le cas de la ville de Lubumbashi, République Démocratique du Congo", *Int. J. Adv. Res.* vol.8, no.3, pp.1114-1139, 2020.
- [12] A. Flahault, M. Piot, A. Franklin, La supervision des personnels de santé au niveau du district. Genève, Organisation Mondiale de la santé, 1988.
- [13] X. Bosch-Capblanch, and P. Garner, "Primary health care supervision in developing countries", *Tropical medicine & international health*, vol.13, no. 3, pp. 369-383, 2008.
- [14] S. Suh, P. Moreira, and M. Ly, "Improving quality of reproductive health care in Senegal through formative supervision: results from four districts", *Human resources for health*, vol.5, no.1, pp. 1-12, 2007.
- [15] Frimpong, J.A., et al., "Does supervision improve health worker productivity? Evidence from the Upper East Region of Ghana", *Tropical Medicine & International Health*, vol.16, no.10, p. 1225-1233, 2011.
- [16] S. Bradley, F Kamwendo, H. Masanja, H. de Pinho, R. Waxman, C. Boostrom, and E. McAuliffe, "District health managers' perceptions of supervision in Malawi and Tanzania". *Hum Resour Health*, vol. 11, no.1, pp. 2-11, 2013.
- [17] Frimpong, J.A., et al., "Does supervision improve health worker productivity? Evidence from the Upper East Region of Ghana", *Tropical Medicine & International Health*, vol. 16, no.10, p. 1225-1233, 2011.
- [18] O.O. Agoro, B.O. Osuga2, M. Adoyo, "Supportive supervision for medicines management in government health facilities in Kiambu County, Kenya: a health workers' perspective", *Pan African Medical Journal*, vol.20, no. 237, 2015. doi: 10.11604/pamj.2015.20.237.5872.
- [19] F. Parent, M. Ndiaye, Y. Coppieters, S. Deme, O. Sarr, C. Lejeune, D. Lemenu et JM. De Ketele, "Utilisation originale de l'approche par compétences en supervision formative en Afrique subsaharienne", *Pédagogie médicale*, vol.8, no.3, pp. 156-176, 2007.
- [20] République Démocratique du Congo, Présidence de la République, Plan stratégique national pour la Couverture Santé Universelle en République Démocratique du Congo. Kinshasa, République Démocratique du Congo, Présidence de la République, 2020.
- [21] Division Provinciale de la Santé du Nord Kivu, "Principaux indicateurs de la province au regard des cibles." *Bulletin du Système d'Information Sanitaire et de Surveillance Epidémiologique BUSISE semestriel 2020*. Goma, Division Provinciale de la Santé du Nord Kivu, 2020.
- [22] T.L. Bahama, "Conflits Armés Et Fragilité De L'autorité Étatique Au Nord-Kivu En République Démocratique Du Congo", *European Scientific Journal*, vol.13, no.5, pp.457-480, 2017.
- [23] Groupe d'étude sur le Congo (GEC), Ebola en RDC: système de santé parallèle, effets pervers de la réponse. New York, Center on International Cooperation, 2020.

- [24] Ministère de la santé publique de la RDC, Secrétariat Général, Référentiel des emplois du Ministère de la santé publique. Kinshasa, Ministère de la santé publique de la RDC, 2014.
- [25] World Health Organization, World health statistics 2020: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals. Geneva, World Health Organization, 2020.
- [26] S. Rubuye Mer, N. Flicourt, "Femmes victimes de violences sexuelles dans des conflits armés en République démocratique du Congo", *Sexologies*, vol. 24, no. 3, pp.55-58, 2015.
- [27] Ministère de la santé publique de la RDC, Stratégie de renforcement du système de santé en République Démocratique du Congo. Deuxième édition. Kinshasa, Ministère de la Santé publique de la RDC, 2010.
- [28] M. Purity, M. Eilish, U. Ogenna, M. Honorati and M. Henry, "The Impact of Supportive Supervision on the Implementation of HRM processes; A Mixed Methods study in Tanzania", *Health Systems and Policy Research*, vol. 4, no. 47, pp.1-9, 2017.
- [29] M. Schriver, V. K. Cubaka, S. Itangishaka, L. Nyirazinyoye, P. Kallestrup. "Perceptions on evaluative and formative functions of external supervision of Rwandan primary healthcare facilities: A qualitative study. Perceptions on evaluative and formative functions of external supervision of Rwandan primary healthcare facilities: A qualitative study". *PLoS ONE* 13 (2): e0189844. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189844>.
- [30] O. Nkomazana, R. Mash, S. Wojczewski, R. Kutalek and N. Phaladze, "How to create more supportive supervision for primary healthcare: lessons from Ngamiland district of Botswana: co-operative inquiry group", *Global Health Action*, 9: 1, 31263, 2016. DOI: 10.3402/gha.v9.31263.
- [31] L. Marquez, L. Kean, "Making supervision supportive and sustainable: new approaches to old problems". MAQ Paper No. 4. Maximizing Access and Quality (MAQ) Initiative. Washington, DC; 2002. <http://www.k4health.org/system/files/Making%20supervision%20supportive%20and%20sustainable.pdf>.
- [32] D. Faulx, C. Danse, Comment favoriser l'apprentissage et la formations des adultes ? 1ère édition. Louvain-La-Neuve, De Boek Supérieur, 2015.
- [33] M.JB. Kahindo, Accompagnement des équipes des zones de santé par le niveau intermédiaire. Basculer de la supervision au coaching intégrant le paradigme d'apprentissage. Note d'assistance technique à la Division provinciale de la santé du Nord Kivu. Goma, ULB Coopération, 2016.
- [34] W. Soors, MP. Waelkens and B.Criel, "La micro-assurance santé en Afrique subsaharienne: une opportunité pour améliorer l'accès aux soins obstétricaux d'urgence ? " *Studies in HSO&P, IMT-Anvers*, vol.25, pp. 165-182, 2008.
- [35] F. Mutabunga bin Lubula, F.M. Chenge, B. Criel, A. MukalaY, O. Luboya and H.M Tshamba, "Micro assurance santé comme levier financier à l'accès aux services de santé de qualité en RD Congo: Défis, Pistes des Solutions et Perspectives", *Int. J. of Multidisciplinary and Current research*, vol.5, pp. 618-633, 2017.
- [36] Ministère de la santé publique de la RDC, Rapport sur les comptes de la santé de la RDC 2018. Kinshasa, Ministère de la Santé publique de la RDC, Juin 2020.
- [37] B. Criel, M-P. Waelkens, F.N. Kwilu, Y. Coppieters, S. Laokri, "Can mutual health organisations influence the quality and the affordability of healthcare provision? The case of the Democratic Republic of Congo", *PLoS ONE* 15, vol.4, 2020; e0231660. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231660>.
- [38] Organisation mondiale de la Santé et la Banque internationale pour la reconstruction et le développement/ La Banque mondiale, Rapport mondial de suivi 2017: la couverture-santé universelle. Genève, Organisation Mondiale de la santé, 2018.
- [39] Organisation mondiale de la Santé, Organisation de Coopération et de Développement Économiques et la Banque internationale pour la reconstruction et le développement/ La Banque mondiale, La qualité des services de santé: un impératif mondial en vue de la couverture santé universelle. Genève, Organisation mondiale de la Santé, 2019.
- [40] Ministère de la santé publique de la RDC, Plan de développement sanitaire 2019-2022. Vers la couverture santé universelle. Kinshasa, Ministère de la Santé publique de la RDC, 2019.
- [41] Division Provinciale de la Santé du Nord Kivu, Rapport annuel 2020. Goma, Division Provinciale de la Santé du Nord Kivu, 2020.

Profil des Examens Cytobactériologique des Urines dans le Laboratoire Provincial de Santé Publique de Sud Ubangi en RDC

[Profile of Cytobacteriological Urine Examinations in the Provincial Public Health Laboratory of Sud Ubangi in DRC]

Christophe Toadela Mongoyi¹, Daniel Mademogo Mosiba², Reagan Mobanza³, Godefroid Ngeda Gombima⁴, and Matili Widobana Daniel⁵

¹Licencié en Biologie Médicale, Université Pédagogique Nationale, RD Congo

²Licencié en Biologie Médicale, Université Pédagogique Nationale, RD Congo

³Licencié en Chimie Analytique, Université Pédagogique Nationale, RD Congo

⁴Licencié en Biologie Médicale, ISTM, KINSHASA, RD Congo

⁵Licencié en Gestion des Institutions de Santé, ISTM Gemena, 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 present study was carried out in the provincial public health laboratory of sud ubangi in DR Congo. Urinary tract infection is one of the most common infections in town and in hospitals. The treatment depends on the biological diagnosis (antibiogram) in general and when this one is biased, it remains recurrence. Numerous studies show that urinary tract infections affect around 40 to 50% of women during their lifetimes and that a third of its women will develop a urinary tract infection before the age of 24 worldwide.

We conducted a prospective experimental study from January to September 2020. The type of samples used for this study is convenience non-probabilistic. After analysis we found the following results: 52 cases or 60.5% are female against 34 cases or 39.5% male, the most represented age group is that of 21-40 years with 46 cases or 53.5, *Escherichia coli* is dominant with 34 positive cases or 39.5% followed by *Enterobacter* with 11 cases or 12.7%, 11 patients had *Escherichia coli* or 32.4% male against 24 female or 46.2 followed by *staphylococcus* with 7 cases or 20.6% male on the other hand the female had only 8 cases of *klebsiella* or 15.4%, and 6 female cases had *Enterobacter* or 11.5%.

In addition, among the antibiotics selected to perform the antibiogram, 6 AB are sensitive to *Morganella*, *Enterobacter* or 60% vis-à-vis the latter, while 4 AB are sensitive to *Escherichia coli* and *staphylococcus* or 40%, on the other hand 3 AB are also sensitive to *Citrobacter* and *klebsiella*, ie 30%. But 43 AB used for the antibiogram, 7 are resistant to *E. COLI* and *citrobacter* by each one is 70%, on the other hand 90% or 9 AB are resistant against *enterobacter* and *klebsiella* either 90% but 8 AB or 80% were also resistant. While 3 AB or 30% had the same action.

KEYWORDS: Bacteria, ECU and Antibiotic.

RESUME: La présente étude a été menée dans le laboratoire provincial de santé publique de sud ubangi en RD Congo. L'infection urinaire est l'une des infections les plus rencontrées en pratique de ville comme en milieu hospitalier. Le traitement dépend de diagnostic biologique (antibiogramme) en général et lorsque celui-ci est biaisé, elle demeure recidive. Des nombreuses études montrent que les infections urinaires touchent environs 40 à 50 % des femmes durant leurs parcours de vie et qu'un tiers de ses femmes fera une infection urinaire avant l'âge 24 ans dans le monde.

Nous avons mené une étude prospective expérimentale allant de Janvier au septembre 2020. Le type d'échantillons utilisé pour cette étude est non probabiliste de convenance. Après analyse nous avons trouvés les résultats ci-après: 52 cas soit 60,5% sont de sexe Féminin contre 34 cas soit 39,5 % de masculin, la tranche d'âge la plus représentée est celle de 21-40 ans avec 46 cas soit 53,5, l'Escherichia coli est dominant avec 34 cas positifs soit 39,5 % suivi de l'Enterobacter avec 11 cas soit 12,7 %, 11 patients avaient l'Escherichia coli soit 32,4% de sexe masculin contre 24 de sexe féminin soit 46,2 suivie de staphylocoque avec 7 cas soit 20,6 % de sexe masculin par contre le sexe féminin avait que 8 cas de klebsiella soit 15,4 %, et 6 cas de sexe féminin avait d'Enterobacter soit 11,5%. En plus parmi les antibiotiques sélectionnés pour effectuer l'antibiogramme, 6 AB sont sensibles à Morganella, Enterobacter soit 60 % vis-à-vis de ces derniers, tandis que 4 AB sont sensibles face à Escherichia coli et staphylocoque soit 40 %, par contre 3 AB sont aussi sensibles à Citrobacter et klebsiella soit 30 %. Mais 43 AB utilisés pour l'antibiogramme, 7 sont résistants à E. COLI et citrobacter par chacun soit 70 %, par contre 90 % soit 9 AB sont résistants face au enterobacter et klebsiella soit 90 % mais 8 AB soit 80 % était aussi résistants. Tandis que 3 AB soit 30 % avait la même action.

MOTS-CLEFS: Bactéries, ECBU et Antibiotique.

1 INTRODUCTION

L'infection urinaire est l'une des infections les plus rencontrées en pratique de ville comme en milieu hospitalier. Des nombreuses études montrent que les infections urinaires touchent environs 40 à 50 % des femmes durant leurs parcours de vie et qu'un tiers de ses femmes fera une infection urinaire avant l'âge 24 ans dans le monde. Mais la plupart de cas ces infections sont d'origine bactérienne.

La fréquence des infections urinaires dépend d'un certain nombre des facteurs entre autres le sexe, l'âge. Les femmes sont beaucoup plus touchées que les hommes à cause de la disposition anatomique que celui de l'homme, ces infections occupent le deuxième rang soit 15 % parmi les causes contributives des décès maternels dans le monde.

Parmi cela, les infections urinaires graves comptent pour 36% de taux chez le nouveau-né, et 80% de décès néonatales résultent directement de trois grandes causes:

- Les infections graves;
- L'asphyxie;
- La prématurité.

Elle représente la principale cause de mortalité néonatale après la première semaine de la vie. Les infections urinaires sont prépondérantes surtout dans les pays en voie de développement tel que le nôtre, où les soins sont qualifiés insuffisants, dont la grossesse et l'accouchement ont longtemps été redoutables et à la baisse du secteur d'isolement dans la maternité en particulier contre l'infection puerpérale. L'agent infectieux peut-être un virus, mais dans la plupart de cas ce sont des bactéries telle que Escherichia coli, klebsiella et tant d'autres. Dans le monde en général, 130000 des femmes sont estimées atteintes d'infections urogénitales chaque année, en Amérique du nord, plus de 40% des femmes ont eu au moins une infection urinaire, environ 2 à 3 % sont des adultes qui auraient une cystite chaque année, tandis que les hommes jeunes sont peut toucher par cette infection dont les bactéries incriminées seraient souvent l'Escherichia Coli, Citrobacter, Klebsiella, Morganella, Staphylocoque et pseudomonas.

Quant aux enfants, ils sont plus rarement touchés mais environs que 2 % des nouveau-né et des bébés de sexe masculin qui présentent une anomalie des voies urinaires qui en souffrent, en âge de 6 ans soit 7% des filles et 2% de garçons au moins une fois les infections urinaires. En 2006 aux Etats Unis, les infections des tractus ont été à l'origine de 11000 des visites médicales et 50000 en hospitalisation.

Plus de 30% des femmes et environs 10 % des hommes souffrent au moins une fois dans leur vie des infections urinaires. Le cancer de la vessie liée aussi à l'infection bactérienne et souvent cela peut être due à la faible participation de femmes enceintes à la consultation prénatale et qui serait à la base de complications chez les enfants pendant leur naissance.

En République Démocratique du Congo, une étude qui a été faite à Kisangani dans la zone de Kabondo a dénombré que le taux de mortalité lié aux infections urinaires chez les enfants de moins de 12 ans est estimé à 8,5% contrairement à celle de Biyanga qui enregistre un taux de mortalité de 11 % des infections urinaires. D'une manière générale, les infections urinaires occupent dans notre cher pays la première place avec la prévalence de 6% après le paludisme qui est de 8 %, mais les infections en générale sont à 31,1%.

Au sud Kivu dans les centres de santé 14,3 % des femmes enceintes ont une infection urinaire, dans des hôpitaux 2%. Vu la gravité de problème que pose les infections urinaires dans le monde, en Afrique et en République Démocratique du Congo, nous nous sommes posé la question de savoir, Quel serait le profil des examens cyto bactériologiques des urines (ECBU ou UROCULTURE) au laboratoire provincial de santé publique de Sud Ubangi ? Quel serait le sexe le plus touché ?

A ces questions, nous avons osé de répondre de la manière ci-après:

Les examens cytotbactériologiques des urines ou uroculture révéleraient beaucoup de bactéries responsables des infections urinaires dont l'Escherichia coli serait dominante. Mais le sexe le plus touché serait le sexe féminin. L'objectif général poursuivi dans notre étude est de déterminer le profil des examens cytotbactériologique des urines au laboratoire provincial de santé publique mais pour atteindre cet objectif général, les objectifs spécifiques sont:

- Sélectionner les personnes ayant de plaintes en rapport avec les analyses bactériologiques précisément celle de l'ECBU ou Uroculture,
- Prélever les échantillons,
- Faire l'ECBU de tous ces échantillons,
- Identifier les différentes bactéries responsables de ces infections urinaires,
- Relever la sensibilité des antibiotiques vis-à-vis de ces germes (antibiogramme),
- Enfin tirer une conclusion pour améliorer la qualité de prise en charge tant clinique que biologique.

2 METHODOLOGIE

2.1 METHODE ET TECHNIQUE

Pour réaliser ce travail; nous avons utilisé les méthodes documentaires et expérimentale sur les échantillons des urines prélevés auprès de ces patients appuyer par la technique des examens cytotbactériologiques des urines.

2.2 TYPE ET PERIODE D'ETUDE

Nous avons mené une étude prospective expérimentale allant de janvier au septembre 2020.

2.3 ECHANTILLONNAGE

2.3.1 TYPE D'ECHATILLONNAGE

Pour cette étude nous avons utilisé un échantillonnage non probabiliste de convenance.

2.3.2 POPULATION CIBLE

Notre population cible est constitué des patients admis à HGR Gemena ayant un bon de Laboratoire pour l'ECBU, dans le laboratoire provincial de santé publique du sud-Ubangi et d'autres venant de la zone de Santé de Gemena.

2.3.3 TAILLE D'ECHANTILLON

Notre taille d'échantillons est de 86 échantillons des urines prélevées auprès de nos patients.

2.3.4 CRITERES D'INCLUSION ET DE NON INCLUSION

Pour réaliser cette étude, nous nous fixé les critères ci-après:

- Etre un patient admis à HGR/GNA soit être dans l'une des zones de Santé de Gemena ayant un bon de laboratoire dont ECBU est indiquée;
- Etre en ordre avec l'administration de HGR GNA,
- Etre présent au moment de notre étude,
- Mais un patient n'ayant répondu aux critères ci hauts n'est pas admis pour cette étude.

3 ANALYSE ET TRAITEMENT DES DONNEES

Les données récoltées sont dépouillées manuellement et mises sous forme de tableaux statistiques, de fréquence exprimée en pourcentage

4 INTERPRETATION DES RESULTATS

Tableau 1. Répartition des sujets selon le sexe

Numéro	Sexe	Effectif	%
01	Masculin	34	39,5
02	Féminin	52	60,5
	Total	86	100

Commentaire: Ce tableau nous prouve que parmi les échantillons analysés, les échantillons de sexe féminin étaient les plus représentés avec 52 cas soit 60,5% contre 34 cas soit 39,5 %.

Tableau 2. Répartition des sujets selon la tranche d'âge

Numéro	Tranche d'âge	Effectif	%
01	0-10 ans	4	4,6
02	11-20 ans	8	9,3
03	21-40 ans	46	53,5
04	41 ans plus	28	32,6
	Total	86	100

Commentaire: Ce tableau indique que la tranche d'âge la plus représentée est celle 21-40 ans avec 46 cas soit 53,5 % suivie de celle de 41 ans plus avec 28 cas soit 32,6 %, mais celle de 11-20 ans avec 8 cas soit 9,3 % et celle de 0-10 ans était moins représentée avec 4 cas soit 4,6 %.

Tableau 3. Répartition des enquêtés selon les types de bactéries

Numéro	Type de bactéries	Effectif	%
01	Escherichia coli	34	39,5
02	Enterobacter	11	12,8
03	Klebsiela	10	11,6
04	Staphylocoque	10	11,6
05	Citrobacter	8	9,3
06	Morganella	2	2,3
07	Stéril	11	12,8
	Total	86	100

Commentaire: le présent tableau montre que l'Escherichia coli est dominant avec 34 cas positifs soit 39,5 % suivi de l'enterobacter avec 11 cas soit 12,8 %, mais le klebsiela et staphylocoque avaient fait le même nombre de 10 cas soit 11,6% chacun, le citrobacter avait 8 cas soit 9,3% et le morganella n'avait que 2 cas positifs soit 2,3%.

Tableau 4. Répartition des enquêtés selon les cas positifs par rapport au sexe et types de bactéries

Numero	Bacteries	Sexe masculin	%	Sexe féminin	%
01	E. COLI	11	32,4	24	46,2
02	Enterobacter	3	8,8	6	11,5
03	Klebsiela	6	17,6	8	15,4
04	Staphylocoque	7	20,6	3	5,8
05	Citrobacter	2	5,9	1	1,9
06	Morganella	2	5,9	2	3,8
	Total	31	91,2	44	84,6

Commentaire: ce tableau prouve que 11 patients avaient le Escherichia coli soit 32,4 % de sexe masculin contre 24 de sexe féminin soit 46,2 suivie de staphylocoque avec 7 cas soit 20,6 % de sexe masculin par contre le sexe féminin avait 8 cas de klebsiella soit 15,4 %, et 6 cas de sexe féminin avait d'enterobacter soit 11,5%.

Tableau 5. Répartition des bactéries selon la Sensibilité aux AB

Numéro	Bactéries	Antibiotiques	Nombre /10	%
01	E. COLI	- Nitrofuratoine - Amikacine - Kanamycine - Cotrimoxazole	4	40
02	Citrobacter	- Amicacine - Gentamicine - Ciprofloxacine	3	30
03	Enterobacter	- Gentamicine - Amikacine - Pefloxacine - Chloraphénicol - Doxycilline - Nitrofuratoine	6	60
04	Klebsiella	- Gentamicine - Oxacilline - Amikacine	3	30
05	Morganella	- Amikacine - Kanamicine - Nitrofuratoine - Neomycine - Doxycilline - Amoxycilline	6	60
06	Staphylocoque Aureus, CNS	- Neomycine - Erythromycine - Doxycilline - Chloraphénicol	4	40
	TOTAL	26	26	100

Commentaire: parmi les dix antibiotiques sélectionnés, morganella, enterobacter 6 AB sont sensibles à soit 60 % sont sensible vis-à-vis de ces derniers, tandis que 4 AB sont sensibles face à Escherichia coli et staphylocoque soit 40 %, par contre 3 AB sont aussi sensibles à citrobacter et klebsiella soit 30 %.

Tableau 6. Répartition des bactéries selon les AB agissant de manière intermédiaire

Numéro	Bactéries	AB intermédiaire	Nombre /10	%
01	E.COLI	- Erythromycine - Amoxycilline - Gentamycine - Clindamycine	4	40
02	CITROBACTER	- Ampicilline - Nitrofuratoine - Ceftriazone	3	30
03	ENTEROBACTER	- Amoxycilline	1	10
04	KLEBSIELLA	- Erythromycine - Oxacilline	2	20
05	MORGANELLA	- Acide nalidixique	1	10
06	STAPHYLOCOQUE	- Gentamycine - Ciprofloxacine	2	20
	Total	13	13	100

Commentaire: ce tableau montre clairement que parmi les dix AB sélectionnés pour faire l'antibiogramme, 3 AB agissent de manière intermédiaire vis-à-vis de Citrobacter, soit 30 % de AB sélectionné, par contre 4 AB agissaient de la même façon face à E. COLI soit 40 % des AB sélectionnés et 2 face au Klebsiella et Staphylocoque soit 20 % des AB sélectionnés, tandis que 1 AB était intermédiaire vis-à-vis de Morganella et Enterobacter soit 10 % des AB sélectionnés.

Tableau 7. Répartition de bactéries selon les AB résistants

Numéro	Bactéries	AB Résistants	Nombres /10	%
01	E. COLI	- Ceftazidine - Oxaciline - Ceftriazone - Cefrixine - Lincomycine - Tetracycline - Pénicilline	7	70
02	Citrobacter	- Doxycilline - Oxacilline - Acide nalidique - Ceftazidine - Clindamicine - Erytromycine - Amoxycilline	7	70
03	ENTEROBACTER	- Tetracycline - Acide nalidique - Erythromycine - Ceftazidine - Clindamycine - Oxocilicline - Penicilline - Cefuroxine - Lincocine	9	90
04	KLEBSIELA OX, spp	- Lincomycine - Amoxycilline - Gentamycine - Acide nalidique - Ceftazixidine - Penicilline - Tetracycline - Ciprofloxacine	9	90
05	MORGANELLA	- Oxacilline - Clindamycine - Nitrofuratoine	3	30
06	STAPHYLOCOQUE CNS	- Lincomycine - Ampicilline - Oxacilline - Penicilline - Pefloxacilline - Tetracycline - Ceftriazone - Ceftazidine	8	80
	TOTAL	43	43	100

Commentaire: ce tableau nous démontre que parmi les 43 AB utilisés pour l'antibiogramme, 7 sont résistants à E.COLI et Citrobacter par chacun soit 70 %, par contre 90 % soit 9 AB sont résistants face_à l'Enterobacter et Klebsiella soit 90 % mais 8 AB soit 80 % étaient aussi résistants. Tandis que 3 AB soit 30 % avaient la même action.

5 DISCUSSION

Le Tableau 1 prouve que parmi les échantillons analysés, les échantillons de sexe féminin étaient le plus représenté avec 52 cas soit 60,4% contre 34 cas soit 39,5 %. Ces résultats prouvent que le sexe féminin est souvent exposé aux infections bactériennes à cause de la prédisposition anatomique.

Le tableau 2 indique que la tranche d'âge la plus représentée est celle 21-40 ans avec 46 cas soit 53,4 % suivie de celle de 41 ans plus avec 28 cas soit 32,5 %, mais celle de 11-20 ans avec 8 cas soit 9,3 % et celle de 0-10 ans était moins représentée avec cas soit 4,6 %. Cette tranche d'âge n'étonne pas à cause d'apogée des activités sexuelles qui bat son record au cours de cette tranche d'âge et ce résultat ressemble à celui de Biyenga dont la tranche la plus représentée est celle de 18-42 ans.

Le présent tableau 3 montre que l'Escherichia coli est dominant avec 34 cas positifs soit 39,5 % suivi de l'Enterobacter avec 11 cas soit 12,7 %, mais le klebsiela et staphylocoque avaient fait le même nombre de 10 cas soit 11,6% chacun, le Citrobacter avait 8 cas soit 9,3% et le Morganella n'avait que 2 cas positifs soit 2,3%. La dominance d'Escherichia coli est souvent dite au mode de vie de chacun à travers son environnement.

Le tableau 4 prouve que 11 patients avaient le Escherichia coli soit 12,7 % de sexe masculin contre 24 de sexe féminin soit 27,9 suivie de staphylocoque avec 7 cas soit 8,1 % de sexe masculin par contre le sexe féminin avait 8 cas de klebsiela soit 9,3 %, et 6 cas de sexe féminin avait d'Enterobacter soit 6,9%. Contrairement aux résultats de KOLKA ET Al en 2018 dans une étude menée dans l'une de quartier de Kinshasa qui a trouvé que 15% de sexe féminin avaient l'Escherichia Coli et 22,4 % de sexe masculin de staphylocoque. Donc le mode de vie de chacun aurait des liens avec son environnement.

Le tableau 5 montre que parmi les antibiotiques sélectionnés, 6 AB sont sensibles à Morganella, Enterobacter soit 60 % sont sensible vis-à-vis de ces derniers, tandis que 4 AB sont sensibles face à Escherichia coli et staphylocoque soit 40 %, par contre 3 AB sont aussi sensibles à Citrobacter et klebsiela soit 30 %. Ce résultat ressemble avec celui de KOLKA ET Al cité précédemment.

Le tableau 6 explique clairement que parmi les AB sélectionnés pour faire l'antibiogramme, 3 AB agissent de manière intermédiaire vis-à-vis de Citrobacter, soit 30 % de AB sélectionné, par contre 4 AB agissaient de la même façon face à E. COLI soit 40 % des AB sélectionnés et 2 face au Klebsiela et staphylocoque soit 20 % des AB sélectionnés, tandis que 1 AB était intermédiaire vis-à-vis de morganella et enterobacter soit 10 % des AB sélectionnés.

Ce tableau 7 nous démontre que parmi les 43 AB utilisés pour l'antibiogramme, 7 sont résistants à E.COLI et citrobacter par chacun soit 70 %, par contre 90 % soit 9 AB sont résistants face au enterobacter et klebsiela soit 90 % mais 8 AB soit 80 % était aussi résistants. Tandis que 3 AB soit 30 % avait la même action.

VERIFICATION DES HYPOTHESES

L'hypothèse selon laquelle les examens cytotbactériologiques des urines révéleraient beaucoup de bactéries entre autre Escherichia coli, Enterobacter, Klebsiela, Staphylocoque, Citrobacter, Morganellaresponsables des infections urinaires dont l'Escherichia coli serait dominante ou est le chef de fils est confirmée. Voir tableau 3.

Et l'hypothèse selon laquelle le sexe le plus touché est celui de sexe féminin est aussi confirmée. Voir tableau 1.

REFERENCES

- [1] ACAR J.F. (1980) Les infections urinaires féminines. méd, 10,62-67.
- [2] BIYANGA et Al (2018) Environnement, conditions de vie en milieu rural des hommes et les infections urinaires.
- [3] GOLVON YJ (1983).Element de parasitologie médicale, Paris, flammariion médecine sciences.
- [4] IDATTE J M (2016), les infections urinaires de l'adulte méd paris p 18-28.
- [5] KASS E.H et Al (1957) Bactériurie et diagnostic des infections urogénitales, Arch inter méd, p 100,709-715.
- [6] KOLKA et AL (2018) Les femmes face aux infections urinaires, Lumbumbashi.
- [7] LAUDAT P, LOULERGUE (1982), et AL. Test de détection de leucocyturie, hématurie et bactériurie, évaluation du test, aide au dépistage précoce des infections du tractus urinaire, Rév méd tours p16, 49, 53.
- [8] MADEMOGO D (2016) Notes de pratiques professionnelle en G2 en Bactériologie médicale ISTM//KINSHASA inedit.
- [9] MANUEL KANYONGA (2019), Notes de cours de Pharmacologie spéciale, ISTM/KINSHASA 2018-2019 RDC.
- [10] MARTIN O (2014). Ethnologie des infections urinaires en Afrique centrale, greeh acc.
- [11] MASKELL et Al (1982) Urinary tract infections, bdward arnold londres p 456.
- [12] VARGUES, LOULERGUE S, darchis et Al (1979) une modification intéressante dans l'examen bactériologique des urines, Rév méd tours, p13, 1071-1074.
- [13] SOGE S et Al (2015) De la recherche scientifique et ses exigences, Paris saint paul p 12-19.
- [14] TOADELA C (2018) Notes de cours de Bactériologie médicale g2 techniques de Laboratoire ISTM/Gna inedit.
- [15] VERON M et FAUCHERE (2018) Les examens cyto bactériologiques et immunologique au cours des infections urinaires Rév prat, paris p 14-40.

Prévalence de syndrome gastrique à *Helicobacter Pylori*: Étude menée au laboratoire provincial de santé publique du sud-Ubangi (Hopital Général de Référence de Gemena)

[Prevalence of *Helicobacter Pylori* gastric syndrome: Study conducted at the South-Ubangi provincial public health laboratory (Gemena General Reference Hospital)]

Godefroid NGEDA GOMBIMA

Licencié en Biologie Médicale, Institut Supérieur des Techniques Médicales (I.S.T.M), KINSHASA, 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: *Helicobacter pylori* and the others since the discovery of *H. pylori*, several new *Helicobacter* species have been isolated from man and mainly from animals. *Helicobacter* species can be broadly grouped according to whether they colonize the gastric or enterohepatic niche. *H. pylori* is a bacterium of great clinical importance, essentially in the domain of gastroenterology. *H. pylori* infection is the first chronic infection known to give rise to cancer in man (gastric carcinoma and MALT lymphoma). The pathogenesis of *H. pylori* is now well studied. Two *H. pylori* strains have been sequenced: the first one isolated from a patient with gastric ulcer, the second one associated with gastritis. Global analysis of the gene content of *H. pylori* strains gives insight into the extent of its genetic diversity. Substantial evidence attests to certain extragastric *Helicobacter* species playing a role in the pathogenesis of enteric, hepatic and biliary disorders, especially for *H. hepaticus* which have just been sequenced. But isolation of non-*pylori* *Helicobacter* species continues to be a major problem, substantially limiting a better understanding of their prevalence and role. Therefore, animal models are of interest because of their value for modeling human disease and testing therapeutic strategies such as vaccines.

KEYWORDS: *Helicobacter pylori*, Peptic ulcer, gastric syndrome.

RESUME: *Helicobacter pylori* est sans conteste le chef de file des bactéries du genre *Helicobacter*. De nombreuses espèces sont maintenant caractérisées et classiquement divisées en deux grands groupes: les *Helicobacters* gastriques et les *Helicobacters* entérohépatiques. Dans ces deux groupes, seules certaines espèces ont pu être isolées chez l'homme, les autres étant uniquement rencontrées chez les animaux. La pathogénicité de *H. pylori* est maintenant bien étudiée. *H. pylori* est responsable chez l'homme de gastrite, d'ulcère et de deux types de cancer: le carcinome gastrique et le lymphome du MALT. Deux souches ont été séquencées, l'une isolée d'un patient atteint d'ulcère, l'autre associée à une gastrite. Une des caractéristiques la plus frappante de *H. pylori* réside dans sa diversité génétique. Le rôle des *Helicobacters* entérohépatiques dans les maladies hépatobiliaires commence à être bien documenté, en particulier pour *H. hepaticus* dont le génome vient d'être séquencé. À l'inverse, nos connaissances sur la pathogénicité d'autres espèces se heurtent à la difficulté de les isoler et donc d'accéder à leur information génétique. Cependant, des modèles animaux d'infection nous permettent de disposer d'outils pour évaluer une infection naturelle par des bactéries du genre *Helicobacter*, voire de tester des vaccins anti- *Helicobacter*.

MOTS-CLEFS: *Helicobacter pylori*, Ulcère gastroduodénal, syndrome gastrique.

1 INTRODUCTION

1.1 HISTORIQUE

Règne: bactéria, Division: Proteobacteria, Classe: Epsilon Protobacteria, Ordre: Campylobacterales, Famille: *Helicobacteraceae*, Genre: *Helicobacter*, Espèce: *helicobacter pylori* (par Marshall et al., 1985) et Goodwin et al., 1989.

Helicobacter pylori est bactérie qui infecte la muqueuse gastrique. Sa structure est hélicoïdale (d'où son « *helicobacter* »). Elle est munie de flagelles. 80% des ulcères gastroduodénaux sont causées par des infections de l'*helicobacter pylori* ¹, même si chez beaucoup d'humains infectés la maladie reste asymptomatique. Elle favorise des multiples maladies si elle reste dans l'estomac trop d'années.

L'*helicobacter pylori* est une bactérie très commune (trouvées chez 50% des humains)². Elle vit exclusivement dans l'estomac humains et est la seule bactérie connue pouvant survie dans un environnement aussi acide. Son enveloppe hélicoïdale pourrait l'aide à se visser dans les mucus de la paroi stomacal afin de la coloniser et d'y persister. Cette bactérie est à l'origine notamment des ulcères gastroduodénaux ou gastrique chronique atrophique.

1.2 HELICOBACTER PYLORI AU MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE

En 1875, des scientifiques allemands découvrirent une bactérie hélicoïdale dans des estomacs humains. Celle-ci ne pouvant être cultivée, les recherches la concernant furent finalement abandonnées

Cette bactérie fut redécouverte accidentellement en 1982 par deux chercheurs australiens, J. Robin Warren (pathologiste) et Barry J. Marshall (gastroentérologue), qui isolaient et cultivaient des organismes à partir d'estomacs humains. Dans leur publication originelle, Warren et Marshall soutinrent que la plupart des ulcères stomacaux et gastriques étaient causés par une infection de cette bactérie, et non par le stress ou la nourriture épicée, comme on le pensait auparavant. Cette découverte leur valut le prix Nobel de physiologie ou médecine 2005. (Barry J. Marshall 1982)

La communauté médicale mit du temps avant de reconnaître le rôle de cette bactérie dans les ulcères gastriques, pensant qu'aucune bactérie ne pouvait survivre bien longtemps dans l'environnement acide de l'estomac. Après que des études complémentaires eurent été réalisées, dont celle durant laquelle Marshall ingurgita un tube à essai de *H. pylori*, contracta une gastrite (il n'eut pas la patience d'attendre le développement d'un ulcère) et se soigna avec des antibiotiques (satisfaisant de ce fait trois des quatre postulats de Robert Koch), la communauté médicale commença à changer d'avis. En 1994, les National Institutes of Health publièrent un texte soutenant que la plupart des ulcères gastriques récurrents étaient causés par *H. pylori*, et recommandaient que des antibiotiques soient inclus dans le traitement.

Avant que soit reconnu le rôle de cette bactérie, les ulcères stomacaux étaient habituellement soignés par des médicaments qui neutralisaient l'acidité stomacale, ou diminuaient sa production. Bien que cette technique donnât de bons résultats, les ulcères réapparaissaient très souvent. Un médicament classiquement utilisé était le subsalicylate de bismuth. Il fonctionnait assez bien, mais fut finalement abandonné, son mécanisme d'action étant inconnu et le bismuth étant un métal toxique. Il semble maintenant plausible que le sel de bismuth fonctionne comme un toxique tuant les bactéries (antibiotique). La plupart des ulcères sont maintenant efficacement traités par des antibiotiques ciblant *H. pylori*.

Cette bactérie fut initialement appelée *Campylobacter pyloridis*, puis *C. pylori* (après correction grammaticale latine). Finalement, après que le séquençage de son ADN eut montré que la bactérie n'appartenait pas au genre *Campylobacter*, elle fut placée dans un nouveau genre: *Helicobacter*. Le nom *pylori* tire son origine du latin « *pylorus* », qui signifie « gardien de l'ouverture », et qui fait référence à l'ouverture circulaire (pylore) menant de l'estomac au duodénum.

Alors que *H. pylori* reste la seule espèce connue capable de coloniser l'estomac humain, d'autres espèces de *Helicobacter* ont été identifiées chez d'autres mammifères, ainsi que chez certains oiseaux.

Une autre équipe de chercheurs a montré qu'*Helicobacter pylori* était déjà présente dans l'estomac d'environ la moitié des *Homo sapiens* il y a 58 000 ans dans la souche africaine, avant les grandes migrations des êtres humains vers l'Asie et l'Europe. Ces chercheurs ont en effet observé que la diversité génétique de *H. pylori* diminue lorsque l'on s'éloigne de l'Afrique de l'est, de la même façon que dans la lignée humaine, et que la bactérie semble avoir migré en dehors de l'Afrique vers -58 000³.

Selon cette même étude, publiée dans le journal *Nature* en 2007, les chercheurs ont utilisé une technique appelée multilocus sequence typing afin d'amplifier puis de séquencer 7 gènes de ménage de la bactérie. Ils utilisèrent 769 souches isolées issues de 51 groupes géographiques, ethniques et linguistiques différents. Ils mirent en évidence que les populations génétiques de *H. pylori* sont assez spécifiques de continents. Ce phénomène permet de retracer l'histoire des migrations humaines. Par exemple, la souche amérindienne est proche des souches asiatiques, ce qui s'explique par une ascendance asiatique des premiers amérindiens, qui arrivèrent en Amérique il y a 12 000 ans en passant par le détroit de Béring, en Alaska. L'homme et *H. pylori* ont évolué ensemble depuis 150 000 ans

H. pylori est une bactérie Gram négatif de forme hélicoïdale, d'environ trois micromètres de long et d'environ 0,5 micromètre de diamètre. Elle porte quatre à six flagelles ⁴. Elle est dite microaérophile, c'est-à-dire qu'elle nécessite un apport d'oxygène, mais dans

des proportions inférieures à celles trouvées dans l'atmosphère. Enfin, signalons encore qu'elle peut produire son énergie par méthanogenèse à partir d'hydrogène.

Grâce à sa forme hélicoïdale et à ses flagelles, la bactérie se glisse à travers le mucus et parfois les muqueuses de l'estomac en s'ancrant aux cellules épithéliales grâce à des adhésines (protéines fixatrices). Elle sécrète alors une enzyme appelée « uréase » qui transforme l'urée en ammoniac et en dioxyde de carbone. Cette ammoniac va partiellement neutraliser l'acidité gastrique (qui sert à prédigérer les aliments, tout en tuant la plupart des bactéries). Malheureusement, l'ammoniac est toxique pour les cellules épithéliales, et va, de concert avec d'autres produits sécrétés par *H. pylori* (protéases, catalases, phospholipases, etc.) endommager la surface des cellules épithéliales, enclenchant de ce fait le processus de formation d'ulcères.

Des études récentes montrent que certaines souches de cette bactérie possèderaient un mécanisme particulier d'injection d'agents inflammatoires dans les cellules stomacales. Pour s'accrocher sur la paroi stomacale, elles perturbent aussi le cycle naturel du fer dans l'épithélium ⁵.

Le génome de *H. pylori* est séquencé depuis 1997. La position et le nombre des gènes régulateurs, qui régulent la synthèse des produits d'autres gènes, restent mal connus. Une soixantaine de petites molécules d'ARN dites « small RNAs » (sRNAs) jouent également un rôle régulateur-inhibiteur, en se fixant à des séquences de gènes, ce qui a pour effet de bloquer la traduction des protéines codées par ces gènes. Elles ont été identifiées en 2009/2010 ⁶, par séquençage à haut débit. Ceci a surpris les chercheurs car on pensait antérieurement que *H. pylori* était dépourvu de sRNAs. Or, *H. pylori* présente autant voire plus de sRNAs que des bactéries intestinales telles qu'*Escherichia coli* et les salmonelles. Cependant, une protéine réputée indispensable à la régulation des sRNAs est absente chez *H. pylori*, ce qui laisse penser qu'elle dispose de systèmes de signaux internes aujourd'hui inconnus. Des nouveaux vaccins contre *H. pylori* pourraient éventuellement être développés sur ces bases.

1.3 ÉPIDÉMIOLOGIE

Environ deux tiers de la population mondiale est infecté par cette bactérie. Le taux d'infection varie d'un pays à l'autre: environ 25 % dans les pays occidentaux avec d'importantes disparités. Aux États-Unis, les personnes atteintes sont essentiellement des personnes âgées (plus de 50 % de personnes contaminées au-delà de 60 ans, contre environ 20 % chez les moins de 40 ans), ainsi que les personnes les plus démunies. Le taux est plus élevé dans les pays du Tiers monde. Dans ces derniers, il est courant de rencontrer des enfants infectés, probablement à cause des mauvaises conditions sanitaires. Une mutation sur le gène TLR1 codant un récepteur de type Toll pourrait être un facteur favorisant l'infection ⁷.

Le taux d'infection est essentiellement fonction des conditions d'hygiène, ainsi que du degré d'utilisation des antibiotiques. Néanmoins, des résistances contre certains antibiotiques sont apparues chez certaines souches de *H. pylori*. Par exemple, on peut trouver en Grande-Bretagne certaines souches résistantes au métronidazole.

Cette bactérie a été isolée dans des selles, de la salive et sur des plaques dentaires, ce qui laisse supposer qu'une transmission est possible par ingestion d'aliments ou d'eau contaminés par les selles ou par voie gastro-orale.

Si elle n'est pas soignée par une prise d'antibiotiques, il semblerait qu'une infection par *H. pylori* puisse persister durant toute la vie d'un individu. Le système immunitaire humain ne serait donc pas capable d'éradiquer cette bactérie, en raison des mécanismes dont elle dispose pour déjouer les défenses immunitaires. L'infection peut alors conduire à plusieurs maladies graves: reflux gastro-œsophagien, ulcère gastro-duodénal ou duodénal ou gastrique, ou encore cancer de l'œsophage et cancer de l'estomac.

L'infection peut être symptomatique ou asymptomatique (c'est-à-dire avec ou sans effets visibles). Divers symptômes sont associés à *H. pylori*, mais plutôt vagues et pouvant varier dans le temps. Ils sont non spécifiques ou induits par une autre pathologie associée. On estime que 70 % à 80 % des infections sont asymptomatiques ⁸.

L'inflammation ou des dommages plus profonds à la paroi stomacale (gastrite) dus à *H. pylori* peuvent causer des réactions légères ou graves, avec: douleurs stomacales ou abdominales; reflux acide; régurgitation; vomissements; éructations; flatulences; nausées. Pâleur, Dépression, Courbatures à répétitions, Somnolence, Constipation, Rosacé.

1.4 DIAGNOSTIC

Il est possible de détecter la présence de *H. pylori* par différentes méthodes:

Par ingestion d'urée marquée au carbone 13 (si le patient est infecté, cette urée est métabolisée par *H. pylori*, produisant ainsi du CO₂ marqué, qui est ensuite expulsé hors du corps via les poumons, et peut donc être détecté par analyse du gaz expiré) ⁹. Ce test, non invasif, a une très bonne fiabilité; il est remboursé à 65 % par la Sécurité sociale en France ¹⁰. Détection dans les selles par dosage

immunochromatographique ou immunoassay. Cette méthode a été démontrée comme fiable pour le primo-diagnostic ainsi que pour vérifier le succès d'un traitement ¹¹.

Les biopsies réalisées lors de la gastroscopie permettent aussi de constater d'éventuelles lésions atrophiques sur l'antra et le fundus. Un test à l'uréase peut être fait directement: cette dernière convertit l'urée en ammoniac, détectée par colorimétrie pH, permettant un dépistage quasi immédiat de l'helicobacter ¹².

Le dosage d'anticorps spécifiques, le test sérologique étant fiable pour détecter une infection, sans pouvoir la dater. Il ne l'est pas pour vérifier le succès d'un traitement anti-helicobacter car les anticorps subsistent plusieurs mois après une éventuelle éradication. Il existe des kits de dépistage sérologique permettant un dépistage quasi immédiat, de fiabilité moindre toutefois qu'une sérologie traditionnelle ¹³. La sérologie n'est plus guère recommandée actuellement ¹⁴.

La plupart de ces tests (à part le test au carbone 13) perdent en sensibilité en cas d'hémorragie digestive d'origine gastrique ou duodénale ¹⁵. De même, le test au carbone 13 peut être faussé en cas de prise d'inhibiteurs de la pompe à protons qui doivent être arrêtés idéalement deux semaines avant le test ¹⁶.

1.5 MALADIES LIÉES À CETTE INFECTION

Helicobacter pylori cause plusieurs maladies plus ou moins graves suivant les individus. Ce germe cause: une dyspepsie non ulcéreuse; des ulcères gastriques et/ou duodénaux; des gastrites chroniques le plus souvent localisées sur l'antra mais qui s'étendent parfois sur le fundus. On parle alors dans ce cas de pangastrite; une malabsorption de la vitamine B12; des gastrites atrophiques entraînant une hypochlorhydrie voire une achlorhydrie; des métaplasies intestinales qui traduisent un stade précancéreux; des cancers (le cancer de l'estomac - adénocarcinome - et le lymphome du MALT gastrique): l'helicobacter serait l'un des facteurs de risque principal du cancer gastrique¹⁷. L'éradication de ce germe permet de diminuer notablement la fréquence de ce type de cancer^{18, 19}.

H. pylori pourrait contribuer à la survenue de la maladie de Parkinson ²⁰; l'éradication d'*Helicobacter pylori* améliorerait les résultats du traitement par lévodopa ²¹.

La présence de l'helicobacter serait protectrice contre le cancer de l'œsophage ²². Ce type de cancer est cependant beaucoup plus rare que celui de l'estomac que la bactérie contribue à provoquer. Des découvertes récentes ont montré que la bactérie n'est pas nécessairement pathogène, et qu'elle peut avoir des effets protecteurs contre l'obésité et le diabète de type 2 ²³. Le caractère pathogène résulterait en réalité de l'interaction du patrimoine génétique de la bactérie avec le système immunitaire.

1.6 TRAITEMENT DE L'INFECTION

Il existe plusieurs recommandations internationales sur la prise en charge de l'helicobacter. Les recommandations européennes sont connues sous le nom de Conférence de consensus Maastricht V et ont été publiées en 2015 ²⁴. Des recommandations américaines ont été publiées en 2007 ²⁵.

Le traitement diminue sensiblement le risque de récurrence d'un ulcère gastrique et en améliore la cicatrisation ²⁶. En cas de dyspepsie non compliquée, il en améliore les symptômes ²⁷.

Il pourrait par ailleurs diminuer le risque de survenue d'un cancer de l'estomac en cas de lésion précancéreuse ²⁸. L'efficacité du traitement est vérifiée le plus souvent par la négativation du test respiratoire à l'uréase.

1.7 TRAITEMENT ANTIBIOTIQUE

Le traitement recommandé par la Haute Autorité de Santé repose sur un algorithme intégrant deux grands types de traitement: la quadrithérapie bismuthée et la trithérapie concomitante ²⁹.

La trithérapie dite "concomitante" constitue le "traitement guidé", c'est-à-dire guidée par le résultat d'analyse de l'antibiorésistance d'*Helicobacter pylori*. Elle consiste, pendant 10 jours, en:

1.8 AMOXICILLINE 1G MATIN ET SOIR

IPP pleine dose (à dose curative) matin et soir, la quantité dépendant du médicament en question. Clarithromycine 500mg matin et soir si la bactérie est sensible à la molécule, sinon Lévofoxacine 500mg matin et soir.

La quadrithérapie dite "bismuthée" constitue le "traitement probabiliste", c'est-à-dire non guidée par les résistances de la bactérie. Cette thérapie est aussi utilisée si la bactérie s'avère résistance à la clarithromycine et à la lévofloxacine. Elle consiste, pendant 10 jours, en:

3 gélules de Pylera® 4 fois par jour contenant comme substance active: Métronidazole 125mg, Tétracycline chlorhydrate 125mg, Sous-citrate de bismuth potassique 140mg ³⁰

IPP pleine dose (à dose curative) matin et soir, la quantité dépendant du médicament en question. Il existe aussi comme alternative à la quadrithérapie bismuthée la quadrithérapie dite "concomitante" qui repose à une association pendant 14 jours de d'Amoxicilline, de Clarithromycine, de Métronidazole et d'IPP.

Ce traitement d'éradication de dix jours peut être suivi, selon les cas, d'un traitement par IPP simple dose pour quatre à six semaines. Auparavant, il était recommandé une trithérapie associant deux antibiotiques (à choisir parmi amoxicilline, clarithromycine et métronidazole) à un IPP. La durée habituelle de traitement était alors entre une et deux semaines ³¹.

1.9 SELS DE BISMUTH

Des sels de bismuth (un métal lourd) peuvent aussi être utilisés en association avec une trithérapie. Cependant le bismuth est interdit en France depuis les années 1970 à la suite de cas d'intoxication et de troubles rénaux, ainsi que des encéphalopathies répertoriées, principalement dans des cas de surdose. Le bismuth continue d'être prescrit avec succès dans de nombreux autres pays. Celui-ci a même fait un retour en France en association avec de la tétracycline et du métronidazole sous le nom de PYLERA. À ce jour, aucun cas d'encéphalopathie n'a été rapporté avec l'utilisation de PYLERA ³². Compte tenu d'une baisse d'efficacité de la trithérapie classique due essentiellement aux résistances à la clarithromycine (évaluée à 20 %), et à la suite des résultats d'une étude montrant l'intérêt du bismuth dans cette situation, une demande d'AMM européenne d'une association fixe de citrate de bismuth, métronidazole et tétracycline, avec prise concomitante d'oméprazole, est déposée en 2011 ³³.

1.10 SUIVI DE L'ÉRADICATION

En raison du risque d'échec du traitement, il faut vérifier systématiquement que Helicobacter pylori a bien été éliminé de l'estomac.

Cette vérification sera le plus fréquemment effectuée par un test respiratoire, qui est l'examen de référence. Ce test respiratoire n'a toutefois de valeur que s'il est pratiqué au moins 4 semaines après l'arrêt des antibiotiques et au moins deux semaines après l'arrêt d'un traitement par inhibiteur de la pompe à protons (IPP).

1.11 AUTRES TRAITEMENTS

D'après certains auteurs, le traitement par antibiotique a une efficacité limitée à 70 % des cas, moindre que dans d'autres études ³⁴ à cause de la présence de biofilms ³⁵. Une vision plus récente de la microbiologie constate que la bactérie est hébergée par au moins la moitié de la population ³⁶, ce qui en fait plutôt une bactérie du microbiote qui dans 80 % à 90 % ³⁷ des cas ne donnera ni ulcère ni cancer. De plus la bactérie a une action contre l'obésité et le diabète ³⁸. L'action de la bactérie serait plutôt liée à sa capacité ³⁹ à former un biofilm qui, en attaquant la muqueuse, crée un ulcère ou une tumeur ^{40, 41, 42, 43}. L'acétylcystéine serait un inhibiteur de son biofilm ^{44, 45, 46}.

Au lieu de vouloir éliminer la bactérie (qui finit souvent par réinfecter les sujets traités par des antibactériens), il serait plus judicieux de la contrôler en diminuant sa concentration gastrique. Les probiotiques contribuent à diminuer la puissance de la bactérie ⁴⁷. La souche Lactobacillus reuteri DSMZ 17648 ⁴⁸ fait preuve d'un effet inhibiteur encourageant, dont plusieurs études démontrant une réduction significative du taux de H. pylori. Les patients ayant recours à ce traitement voient leur symptômes régresser jusqu'à disparaître en quelques semaines.

En 2002, un essai vaccinal avait été tenté mais celui-ci a été abandonné parce que les effets secondaires étaient trop importants. Ces effets étaient liés à l'adjuvant utilisé (toxine cholérique). De plus, l'immunisation n'était pas suffisamment efficace. Seule une réduction de la concentration bactérienne a été observée. Les chercheurs tentent de mettre au point des adjuvants non toxiques permettant de stimuler efficacement la réponse immunitaire. L'immunisation des muqueuses est très complexe. Le vaccin est toujours en cours d'étude et pourrait voir le jour dans quelques années. Celui-ci devrait permettre de traiter l'infection ainsi que la prévenir. Au cours de l'année 2007 les chercheurs ont élucidé les mécanismes permettant à la bactérie d'échapper au système immunitaire ⁴⁹.

1.12 TRAITEMENTS ALTERNATIFS

Il existe des approches préventives ou des thérapeutiques dites naturelles ⁵⁰.

Les huiles essentielles anti-infectieuses sont surtout les huiles essentielles à phénol comme *Origanum compactum*, *Thymus vulgaris* à thymol, *Melaleuca alternifolia*, *Cinnamomum zeylanicum* feuilles. Le girofle (*Eugenia caryophyllata*) inhibe la croissance d'*Helicobacter pylori* ⁵¹. Une publication italienne de 2017 fait l'inventaire des extraits d'agrumes reconnus pour leur activité anti-*Helicobacter pylori* seuls ou en association ⁵². Plusieurs huiles essentielles comme *Mentha piperita* et *Lemongrass* ont montré in vitro une inhibition nette de la prolifération du HP ⁵³.

L'efficacité de la mastication de résine de *Pistacia lentiscus* (lentisque pistachier), arbre méditerranéen exploité surtout dans l'île grecque de Chio, un temps allégué ⁵⁴ est aujourd'hui scientifiquement contesté ⁵⁵.

Des essais cliniques ont validé l'efficacité d'extraits de *Lithraea molleoides* et *A. argentinæ* ⁵⁶.

Il est aussi possible de réduire l'infection (dans les cas où les différents traitements ont échoué), sans pour autant l'éliminer, en buvant du jus de canneberge. Certaines molécules (proanthocyanidines à haut poids moléculaire) présentes dans la canneberge seraient efficaces pour empêcher l'adhésion de la bactérie aux cellules gastriques. Les bactéries sont alors éliminées naturellement lorsque l'estomac se vide.

La capsaïcine (extraite du piment) inhibe la croissance d'*Helicobacter pylori* ⁵⁸.

Les médecins cubains traitent les cas de gériadys, d'ulcères ou d'inflammation gastriques et/ou intestinale par des huiles végétales ozonées (produit naturel dû à l'embargo), avec des résultats positifs ⁵⁹. Les Indiens Kunas d'Amérique centrale sont habitués à traiter les maux d'estomac avec du *Piper multiplinervium*, herbe contenant des substances efficaces contre le germe ⁶⁰.

Lors d'une expérience en 2004, l'ingestion (après mastication) de 14, 28, ou 56 g de pousses de brocoli, deux fois par jour pendant 7 jours a diminué ou supprimé la présence de la bactérie, et amélioré les symptômes chez un nombre significatif de patients ⁶¹. En revanche, la bactérie réapparaît après quelques mois. Le brocoli et d'autres choux peuvent ainsi être utilisés de manière préventive (l'expérience a été menée au Japon sur environ 50 patients dont la moitié consommait des germes de luzerne et l'autre moitié du brocoli).

L'objectif général poursuivi dans notre étude est de:

- Connaître la prévalence des syndromes gastriques dans la province du Sud-Ubangi et de Gemena en particulier;
- Cause des syndromes gastriques est l'hélicobacter pylori;
- L'hygiène alimentaire et environnementale sont les causes des transmissions favorisant la transissions ;
- Réduire ou lutte contre la propagation de l'hélicobacter pylori.

L'objectif spécifique poursuivi dans notre étude est de:

- Est d'améliorer la qualité de la prise en charge des patients infectés par l'hélicobacter pylori;
- La prévention du cancer gastrique et de l'ulcère gastroduodénal;
- Préserver et réduire l'écologie bactérienne.

2 METHODOLOGIE

2.1 METHODOLOGIE ET TECHNIQUE

Pour mener notre étude, nous avons utilisé les méthodes ci-après:

- Méthode descriptive transversale: elle nous a permis de mettre à vue des données récoltées;
- Méthode non probabiliste de convenance: elle nous a permis de calculer les données relatives des suspects.

2.2 TYPE ET PERIODE D'ETUDE

Notre étude est descriptive et transversale du 1 Mai au 30 novembre 2020.

2.3 ECHANTILLONNAGE

Le sang prélevé auprès des malades dépisté à l'HGR/Gemena.

2.3.1 TYPES DES ECHANTILLONNAGE

Nous nous sommes servis d'un échantillonnage non probabiliste de convenance.

2.3.2 POPULATION CIBLE

Pour cette étude la population cible est constituée de toute personne dépistée pour l'hélicobacter pylori à l'HGR-Gemena pendant la période d'étude.

2.3.3 TAILLE DE L'ECHANTILLON

Pendant la période d'étude nous avons inclus 100 personnes dans notre échantillon.

2.3.4 DIMENSION DESCRIPTIVE

Cette dimension traite les données en utilisant les formules des paramètres telle que fréquence; le pourcentage.

$$\% = f / N \times 100$$

2.4 CRITERES D'INCLUSION ET D'EXCLUSION

Sont retenus toutes personnes présentant le signe clinique en faveur de la maladie: douleurs stomacales ou abdominales, reflux acide, régurgitation, vomissements, éructations, flatulences, nausées, Pâleur, Dépression, Courbatures à répétitions, Somnolence, Constipation, Rosacé.

Sont exclues dans cette étude les personnes qui ne présentent pas le signe clinique de la maladie.

2.5 ANALYSE ET TRAITEMENT DES DONNEES

Nous avons dépouillé les données collectes pour obtenir les résultats avec des calculs statistiques dans les tableaux exprimés en pourcentage.

3 PRESTATION ET INTERPRETATIONS DES RESULTATS

3.1 PRESENTATIONS DES RESULTATS

Tableau 1. Répartition selon le symptôme et résultats

N°	Symptômes et résultats	Nombre	Pourcentage
01	Positif	74	74
02	Négatif	26	26
Total		100	100

Il ressort de ce tableau que sur 100 personnes présentant les symptômes, 74%, soit 74 cas sont positif contre 26%, soit 26 cas négatif.

Tableau 2. Répartition selon le sexe

N°	Sexe	Nombre	Pourcentage
01	Masculin	28	37,8
02	Féminin	46	62,1
Total		74	100

Ce tableau nous montre que les touchés sont de sexe féminin qui ont un taux de 46/74 soit 62,1% tandis que les moins sont de sexe masculin avec un taux de 28/74 soit 37,8%.

Tableau 3. Répartition selon la tranche d'âge

N°	Durée (Ans)	Nombre	Pourcentage
01	15 – 19	3	4
02	20 – 24	6	8,1
03	25 – 29	7	9,4
04	30 – 34	8	10,8
05	35 – 39	11	14,8
06	40 – 44	13	17,5
07	45 – 49	7	9,4
08	50 – 54	4	5,4
09	55 – 59	4	5,4
10	60 et plus	11	14,8
Total		74	100

Il ressort de ce tableau que la tranche d'âge la plus touchée est celle de 40 à 44 ans soit 13 cas/74 soit 17,5% suivie de tranche d'âge entre 35 à 39 et 60 ans et plus avec 11 cas/74 soit 14,8% chacune et enfin la tranche d'âge-là moins touchée est celle de 15 à 19 ans avec 4% soit 3 cas/74.

Tableau 4. Répartition selon d'état civil

N°	Etat civil	Nombre	Pourcentage
01	Célibataire	21	28,4
02	Mariés	44	59,4
03	Veufs	9	12,1
Total		74	100

Au regard de ce tableau, nous constatons que les mariés sont plus touchés avec 59,4%, soit 44 cas suivi de célibataire 28,4%, soit 21 cas tandis que les veufs (e) 12,1%, soit 9 cas.

Tableau 5. Répartition selon la profession

N°	Profession	Nombre	Pourcentage
01	Sans profession	19	25,6
02	Enseignant	20	27
03	Commerçant	16	21,6
04	Pro-santé	15	20,2
05	Service national	04	5,4
Total		74	100

Ce tableau montre que la profession la plus atteinte est celle des enseignants avec 27%, soit 20 cas suivi des sans profession dont le taux est de 25,6% soit 19 cas tandis que la moins atteinte est celle de service national avec 5,4%, soit 4 cas.

Tableau 6. Répartition selon la provenance

N°	Provenance	Nombre	Pourcentage
01	Cité	48	64,8
02	Village	26	35,1
Total		74	100

Ce tableau nous montre que les plus touchés sont ceux de la cité/ville avec un taux de 48/74 soit 64,8% contre 26/74 soit 35,1% sont ceux village ou périphérie.

Tableau 7. Répartition positive selon sexe

N°	Résultat positif	Nombre	Pourcentage
01	Sexe masculin	30	40,5
02	Sexe féminin	44	59,4
Total		74	100

Il ressort de ce tableau sur 74 cas le sexe féminin vient en premier lieu avec 59,4%, soit 44 cas suivie avec le sexe masculin avec 40,5%, soit 30 cas.

4 DISCUSSIONS ET INTERPRETATIONS DES RESULTATS

Cette étude qui a porté sur la prévalence de syndrome gastrique à *helicobacter pylori* a montré que:

- **Tableau 1:** Il ressort de ce tableau que sur 100 personnes présentant les symptômes, 74%, soit 74 cas sont positif contre 26%, soit 26 cas négatif.
- **Tableau 2:** Ce tableau nous montre que les touchés sont de sexe féminin qui ont un taux de 46/74 soit 62,1% tandis que les moins sont de sexe masculin avec un taux de 28/74 soit 37,8%.
- **Tableau 3:** Il ressort de ce tableau que la tranche d'âge la plus touchée est celle de 40 à 44 ans soit 13 cas/74 soit 17,5% suivie de tranche d'âge entre 35 à 39 et 60 ans et plus avec 11 cas/74 soit 14,8% chacune et enfin la tranche d'âge-là moins touchée est celle de 15 à 19 ans avec 4% soit 3 cas/74.
- **Tableau 4:** Au regard de ce tableau, nous constatons que les mariés sont plus touchés avec 59,4%, soit 44 cas suivi de célibataire 28,4%, soit 21 cas tandis que les veufs (e) 12,1%, soit 9 cas.
- **Tableau 5:** Ce tableau montre que la profession la plus atteinte est celle des enseignants avec 27%, soit 20 cas suivi des sans profession dont le taux est de 25,6% soit 19 cas tandis que la moins atteinte est celle de service national avec 5,4%, soit 4 cas.
- **Tableau 6:** Ce tableau nous montre que les plus touchés sont ceux de la cité/ville avec un taux de 48/74 soit 64,8% contre 26/74 soit 35,1% sont ceux village ou périphérie. Il ressort de ce tableau sur 74 cas le sexe féminin vient en premier lieu avec 59,4%, soit 44 cas suivie avec le sexe masculin avec 40,5%, soit 30 cas.

VERIFICATION DES HYPOTHESES

Le syndrome gastrique est élevé dans la province du Sud-Ubangi et en Gemena en particulier, à cause de l'*helicobacter pylori* dont les facteurs favorisants est oro-orale par les ingestions des aliments, par les selles contaminées, le salive. L'hygiène alimentaire du milieu permettront des réduire la propagation des *helicobacter pylori*.

5 CONCLUSION

Il ressort de ce tableau que sur 100 personnes présentant les symptômes, 74%, soit 74 cas sont positif contre 26%, soit 26 cas négatif. Ce tableau nous montre que les touchés sont de sexe féminin qui ont un taux de 46/74 soit 62,1% tandis que les moins sont de sexe masculin avec un taux de 28/74 soit 37,8%. Il ressort de ce tableau que la tranche d'âge la plus touchée est celle de 40 à 44

ans soit 13 cas/74 soit 17,5% suivie de tranche d'âge entre 35 à 39 et 60 ans et plus avec 11 cas/74 soit 14,8% chacune et enfin la tranche d'âge-là moins touchée est celle de 15 à 19 ans avec 4% soit 3 cas/74. Au regard de ce tableau, nous constatons que les mariés sont plus touchés avec 59,4%, soit 44 cas suivi de célibataire 28,4%, soit 21 cas tandis que les veufs (e) 12,1%, soit 9 cas. Ce tableau montre que la profession la plus atteinte est celle des enseignants avec 27%, soit 20 cas suivi des sans profession dont le taux est de 25,6% soit 19 cas tandis que la moins atteinte est celle de service national avec 5,4%, soit 4 cas. Ce tableau nous montre que les plus touchés sont ceux de la cité/ville avec un taux de 48/74 soit 64,8% contre 26/74 soit 35,1% sont ceux village ou périphérie. Il ressort de ce tableau sur 74 cas le sexe féminin vient en premier lieu avec 59,4%, soit 44 cas suivie avec le sexe masculin avec 40,5%, soit 30 cas.

REFERENCES

- [1] Chuan Zhang, Nobutaka Yamada, Yun-Lin Wu, Min Wen, Takeshi Matsuhisa, Norio Matsukura, « *Helicobacter pylori* infection, glandular atrophy and intestinal metaplasia in superficial gastritis, gastric erosion, erosive gastritis, gastric ulcer and early gastric cancer », *World journal of gastroenterology: WJG*, vol. 11, no 6, 14 février 2005, p. 791-796 (ISSN 1007-9327, PMID 15682469, lire en ligne, consulté le 26 août 2012).
- [2] Hooi JKY, Lai WY, Ng WK, Suen MMY, Underwood FE, Tanyingoh D et al., « Global Prevalence of *Helicobacter pylori* Infection: Systematic Review and Meta-Analysis. », *Gastroenterology*, vol. 153, no 2, 2017, p. 420-429 (PMID 28456631, DOI 10.1053/j.gastro.2017.04.022).
- [3] a et b (en) Linz B, Balloux F, Moodley Y et Als. An African origin for the intimate association between humans and *Helicobacter pylori*, *Nature*, 2007; 445: 915-918 doi: 10.1038/nature05562.
- [4] « *Helicobacter pylori* » (Archive • Wikiwix • Archive.is • Google • Que faire ?) (consulté le 30 mars 2013).
- [5] Tan S, J Noto, J Romero-Gallo, R Peek, Jr., and M Amieva (2011), *Helicobacter pylori* perturbs iron trafficking in the epithelium to grow on the cell surface. *PLoS Pathog* 7: e1002050.
- [6] Sharma, Hoffmann, Darfeuille, Reignier, Findeiß, Sittka, Chabas, Reiche, Hackermüller, Reinhardt, Stadler & Vogel; The primary transcriptome of the major human pathogen *Helicobacter pylori*, - *Nature* - 17/02/1984 Télécharger l'étude; Travail piloté par Jörg Vogel du groupe « Biologie des ARN » de l'Institut Max Planck berlinois, en collaboration avec des scientifiques de Leipzig et de l'unité de recherche INSERM 869 de l'université de Bordeaux.
- [7] Mayerle J, den Hoed CM, Schurmann C et al. Identification of genetic loci associated with *Helicobacter pylori* serologic status, *JAMA*. 2013; 309: 1912-1920.
- [8] Boyanova, L (editor) (2011). *Helicobacter pylori*. Caister Academic Press (en). (ISBN 978-1-904455-84-4).
- [9] "haute autorité de santé, tests respiratoire à l'urée".
- [10] "test respiratoire à l'urée" Veijola L, Myllyluoma E, Korpela R, Rautelin H, Stool antigen tests in the diagnosis of *Helicobacter pylori* infection before and after eradication therapy, *World J Gastroenterol*, 2005; 11: 7340-7344.
- [11] Vaira D, Vakil N, Gatta L et al. Accuracy of a new ultrafast rapid urease test to diagnose *Helicobacter pylori* infection in 1000 consecutive dyspeptic patients, *Aliment Pharmacol Ther*, 2010; 31: 331-8.
- [12] Loy CT, Irwig LM, Katelaris PH, Talley NJ, Do commercial serological kits for *Helicobacter pylori* infection differ in accuracy? A meta-analysis, *Am J Gastroenterol*, 1996; 91: 1138-44.
- [13] Crowe SE, *Helicobacter pylori* infection, *N Engl J Med*, 2019; 380: 1158-1165 (en).
- [14] Gisbert JP, Abaira V, Accuracy of *Helicobacter pylori* diagnostic tests in patients with bleeding peptic ulcer: a systematic review and meta-analysis, *Am J Gastroenterol*, 2006; 101: 848-63.
- [15] Laine L, Estrada R, Trujillo M, Knigge K, Fennerty MB, Effect of proton-pump inhibitor therapy on diagnostic testing for *Helicobacter pylori*, *Ann Intern Med*, 1998; 129: 547-50.
- [16] Talley NJ, Fock KM, Moayyedi P, « Gastric Cancer Consensus conference recommends *Helicobacter pylori* screening and treatment in asymptomatic persons from high-risk populations to prevent gastric cancer » *Am J Gastroenterol*. 2008; 103: 510-514.
- [17] Fukase K, Kato M, Kikuchi S et al. for the Japan Gast Study Group. « Effect of eradication of *Helicobacter pylori* on incidence of metachronous gastric carcinoma after endoscopic resection of early gastric cancer: an open-label, randomised controlled trial » *Lancet*. 2008; 372: 392-397.
- [18] en) Fuccio L, Zagari RM, Eusebi LH et al. « Meta-analysis: Can *Helicobacter pylori* eradication treatment reduce the risk for gastric cancer? » *Ann Intern Med*. 2009; 151: 121-128.
- [19] Dr Testerman Traci, Bacteria 'linked' to Parkinson's disease, BBC Online, consulté le 23 mai 2011.
- [20] Hashim H, Azmin S, Razlan H, Yahya NW, Tan HJ, Manaf MR, Ibrahim NM, « Eradication of *Helicobacter pylori* infection improves levodopa action, clinical symptoms and quality of life in patients with Parkinson's disease », *PLoS One*, vol. 9, no 11, 2014, e112330. (PMID 25411976, PMCID PMC4239049, DOI 10.1371/journal.pone.0112330, lire en ligne [html]) modifier.
- [21] Rokkas T, Pistiolas D, Sechopoulos P, Robotis I, Margantinis G, Relationship between *Helicobacter pylori* infection and esophageal neoplasia: a meta-analysis, *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2007; 5: 1413-1417.

- [22] "Futura Santé, 03/3013: Une bactérie virulente nous protégerait contre l'obésité et le diabète".
- [23] en) Malfertheiner P, Megraud F, O'Morain CA on behalf of the European Helicobacter and Microbiota Study Group and Consensus panel, et al. « Management of Helicobacter pylori infection—the Maastricht V/Florence Consensus Report », Gut 2017; 66: 6-30.
- [24] en) Chey WD, Wong BCY, American College of Gastroenterology, « Guideline on the management of Helicobacter pylori infection » Am J Gastroenterol, 2007; 102: 1808-25.
- [25] en) Ford AC, Delaney BC, Forman D, Moayyedi P, « Eradication therapy in Helicobacter pylori positive peptic ulcer disease: systematic review and economic analysis » Am J Gastroenterol, 2004; 99: 1833-55.
- [26] Zagari RM, Fuccio L, Bazzoli F, « Investigating dyspepsia » BMJ, 2008; 337: a1400.
- [27] Wong BC, Lam SK, Wong WM, Chen JS, Zheng TT, Feng RE, et al. China Gastric Cancer Study Group. Helicobacter pylori eradication to prevent gastric cancer in a high-risk region of China: a randomized controlled trial, JAMA, 2004; 291: 244-5.
- [28] HAS, « Fiche pertinence des soins - Traitement de l'infection par Helicobacter pylori chez l'adulte », sur has.sante.fr, mai 2017.
- [29] « Pylora », sur eureka.sante.vidal.fr (consulté le 20 septembre 2020).
- [30] Malfertheiner P, Megraud F, O'Morain C, Bazzoli F, El-Omar E, Graham D et al. « Current concepts in the management of Helicobacter pylori infection: the Maastricht III Consensus Report » Gut, 2007; 56: 772-81.
- [31] « PYLERA - Bismuth - Posologie, Effets secondaires, Grossesse », sur Doctissimo (consulté le 22 mai 2019).
- [32] Résultats d'une étude phase III: citrate de bismuth, métronidazole et tétracycline versus une trithérapie comportant de la clarithromycine..
- [33] Peter Malfertheiner, Franco Bazzoli, Jean-Charles Delchier, Krzysztof Celiński, Monique Giguère, Marc Rivière, Francis Mégraud for the Pylora Study Group, « Helicobacter pylori eradication with a capsule containing bismuth subcitrate potassium, metronidazole, and tetracycline given with omeprazole versus clarithromycin-based triple therapy: a randomised, open-label, non-inferiority, phase 3 trial », The Lancet, vol. 377, no 9769, novembre 2011, p. 905-913 (ISSN 0140-6736, PMID 21345487, DOI 10.1016/S0140-6736 (11) 60020-2, lire en ligne, consulté le 14 août 2012).
- [34] "Helicobacter Pylori, efficacité traitement antibiotique".
- [35] "2015: Biofilm Formation by Helicobacter pylori and Its Involvement for Antibiotic Resistance.".
- [36] "Groupe d'étude français des helicobacter".
- [37] "British Society of Gastroenterology: Helicobacter pylori".
- [38] "Mars, 2013: Hélicobacter pylori, la bactérie qui combat obésité et diabète".
- [39] "Sciences daily, Juillet 2016: Genes found in H. pylori that influence biofilm formation".
- [40] "Microbiology - Helicobacter Pylori (Ulcer) ".
- [41] "Pasteur contre Béchamp: le combat stérile des partisans".
- [42] "Effect of curcumin on Helicobacter pylori biofilm formation".
- [43] "Probiotic Lactobacillus fermentum UCO-979C biofilm formation on AGS and Caco-2 cells and Helicobacter pylori inhibition".
- [44] "2010, Nbc: Biofilm demolition and antibiotic treatment to eradicate resistant Helicobacter pylori: a clinical trial.".
- [45] "Nbc, 2015; Biofilm Formation by Helicobacter pylori and Its Involvement for Antibiotic Resistance".
- [46] "2012: Review article: biofilm formation by Helicobacter pylori as a target for eradication of resistant infection.
- [47] Drahoslava Lesbros-Pantoflickova, Irène Corthésy-Theulaz, André L. Blum, « Helicobacter pylori and Probiotics », The Journal of Nutrition, vol. 137, no 3, 3 janvier 2007, p. 812S-818S (ISSN 0022-3166 et 1541-6100, PMID 17311980, lire en ligne, consulté le 14 août 2012).
- [48] Heidrun Mehling et Andreas Busjahn, « Non-Viable Lactobacillus reuteri DSMZ 17648 (Pylopass™) as a New Approach to Helicobacter pylori Control in Humans », Nutrients, vol. 5, no 8, 2 août 2013, p. 3062–3073 (ISSN 2072-6643, PMID 23917169, PMCID PMC3775242, DOI 10.3390/nu5083062, lire en ligne, consulté le 7 août 2017).
- [49] Mario Milco D'Elios, Leif P. Andersen, « Helicobacter pylori Inflammation, Immunity, and Vaccines », Helicobacter, vol. 12, 2007, p. 15–19 (ISSN 1523-5378, PMID 17727455, DOI 10.1111/j.1523-5378.2007.00530.x, lire en ligne, consulté le 14 août 2012).
- [50] English J, Dean W, « A natural approach to a healthy digestive tract, new research on H. pylori » (Archive • Wikiwix • Archive.is • Google • Que faire ?) (consulté le 30 mars 2013).
- [51] Yang Li, Chen Xu, Qiang Zhang et Jun Yan Liu, « In vitro anti-Helicobacter pylori action of 30 Chinese herbal medicines used to treat ulcer diseases », Journal of Ethnopharmacology, vol. 98, no 3, 26 avril 2005, p. 329–333 (ISSN 0378-8741, PMID 15814268, DOI 10.1016/j.jep.2005.01.020, lire en ligne, consulté le 27 janvier 2021).
- [52] Giuseppina Mandalari et al., « Effectiveness of Citrus Fruits on Helicobacter pylori », Hindawi - Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine - Volume 2017, Article ID 8379262, 2017, p. 8 pages (lire en ligne).
- [53] « Liste de tous les produits du groupe NHM », sur Natural Health Means (consulté le 8 août 2020).
- [54] Huwez F.U., Thirlwell D., « Mastic Gum kills Helicobacter pylori » New-England Journal of Medicine, 339: 1946, Dec. 24, 1998.

- [55] James R. Bebb, Nathalie Bailey-Flitter, Dlawer Ala'Aldeen, John C. Atherton, « Mastic gum has no effect on *Helicobacter pylori* load in vivo », *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, vol. 52, no 3, 9 janvier 2003, p. 522-523 (ISSN 0305-7453 et 1460-2091, PMID 12888582, DOI 10.1093/jac/dkg366, lire en ligne, consulté le 14 août 2012).
- [56] "Juillet 2017: Inhibition of *Helicobacter pylori* and Its Associated Urease by Two Regional Plants of San Luis Argentina".
- [57] Burger O, Ofek I, Tabak M, Weiss EI, Sharon N, Neeman I., « A high molecular mass constituent of cranberry juice inhibits *Helicobacter pylori* adhesion to human gastric mucus », *FEMS Immunol Med Microbiol*, vol. 29, 2000, p. 295-301 (PMID 11118911, DOI 10.1111/j.1574-695X.2000.tb01537.x, lire en ligne, consulté le 25 avril 2013).
- [58] « Capsaicin as an inhibitor of the growth of the gastric pathogen *Helicobacter pylori* » (en).
- [59] Kulyoshina NV, Kiseloyova SV, Fatichov RR, Peretyagin SP, Kostina OV, Kuleshin VN, Struchkov AA, O3 Ozone therapy of a duodenum ulcerous disease, 4to Simposio Internacional de Aplicaciones del Ozono, 2004.
- [60] Rüegg T, Calderón AI, Queiroz EF, Solís PN, Marston A, Rivas F, Ortega-Barría E, Hostettmann K, Gupta MP, « 3-Farnesyl-2-hydroxybenzoic acid is a new anti-*Helicobacter pylori* compound from *Piper multiplinervium* » *Jour. of Ethnopharmacology*, 2006; 103: 461-7.
- [61] Mark V. Galan, Arfana A. Kishan et Ann L. Silverman, « Oral Broccoli Sprouts for the Treatment of *Helicobacter pylori* Infection: A Preliminary Report » *Digestive Diseases and Sciences* Volume 49, Numbers 7-8, 1088-1090, DOI: 10.1023/B:DDAS.0000037792.04787.8a (résumé, en anglais).

EXPLORING THE IMPORTANCE OF EFL TEACHERS' WEEKLY PEDAGOGICAL WORKSHOP ON THE TEACHING PERFORMANCE IN EFL ADVANCED CLASSES: CASE STUDIES OF SOME SECONDARY SCHOOLS IN OUEME REGION

Teba Sourou Corneille

Doctor in Didactic, Assistant Professor of CAMES Universities, Faculty of Letters, Literatures, Arts and Communications (FLLAC), Department of English Studies, Adjara Campus, University of 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: In order to make Beninese English teachers aware that they have an important part to play in their professional growth, authorities in charge of education have suggested amongst many activities, weekly pedagogical workshops (WPW). These meetings are directed by one or two head-teachers elected by their peers. This paper aims at surveying teachers' attendance rate, the different programs carried out during the sections, the subjects discussed and the rationale for weekly pedagogical workshop viewed from teachers' standpoint. To achieve this goal, questionnaires were distributed to twenty (20) teachers, and a series of teachers' weekly meetings observation was carried out. Experimentation based on classroom observations has been carried out with twenty (20) teachers in Porto-Novo. The results showed that teachers express low interest in the weekly pedagogical workshop. This is shown through the low rate of attendance, due to monotony or lack of innovation in the meeting agendas and the paucity of information and discussion about teachers' classroom practices.

KEYWORDS: WPW, teaching experiences, reflection, classroom performance, CPD.

1 INTRODUCTION

The current socio-economic objectives of Benin republic in the world, which has become a planetary village, raise the importance of English as a core subject found all over the education system. The status of English has grown even more over the last decades with the government's goals of establishing the country as an emerging market. International meetings, investors and multinationals setting up new business affiliates and partnerships have English as the official language of communication. As a result, in a French-speaking country like Benin, speaking English becomes a criterion for an individual having access to job opportunities.

Despite the importance given to English in beninese educational system, most school graduates do not demonstrate satisfactory communicative skills. Educational communities and professional organisations have identified some most common issues such as large class sizes, lack of quality teaching materials, and most importantly, the scarcity of continuing professional development (CPD). Teachers Continuous professional development ensures the updating and improvement in teaching practice including the acquisition of new skills, consistent with the educational needs. Thus, it empowers teachers to sustainably overcome most teaching-learning impediments. This requires that the educational authorities provide teachers with a relevant training process and efficient training and supervisory staff

Sadly, most regions of Benin country, specially Oueme, have limited resources in terms of the body of supervision. In fact, with its eighty-nine (89) public secondary schools, Oueme counts only one (01) inspector and three (03) teaching advisers. As a result, in-service training for teachers' development is neglected. Then, it is obvious that the ratio teachers/supervisors is alarming and alternative solutions should be found. This study aims at finding solutions to fill these gaps by exploring WPW as in-service training for continuing professional development.

The objective of the different WPWs is to build a community of practitioners to allow teachers to share their experiences and materials and to support each other in solving their challenges. To conduct this study, two hypotheses are uttered:

- Professional development is necessary to improve teaching-learning and by the way impact students' outcomes.
- The Weekly Pedagogical Workshops are efficient tools for Teacher Continuous Professional Development (TCPD).

To reach its objectives, this research work is divided into four sections. After the introductory paragraphs, in the first section, some key concepts like teacher development, in-service training... are defined. The second section is concerned with the description of the participants, the data collection instruments and the data collection procedures. The third section covers the analysis, interpretation and discussion of the findings; and the fourth section deals with the suggestions and conclusion.

2 THEORETICAL KEY STONES

2.1 CONCEPT OF CONTINUING PROFESSIONAL DEVELOPMENT (CPD)

Recent calls for educational reforms have continuously suggested that classroom practices can be best changed and improved through Teacher Professional Development (TPD). With the increase of the interest in raising the standards of teacher instructional performance and promoting quality education, teachers are required to know and learn more. In addition to this, the vast political, socio-economic and technological changes that Beninese country is currently undertaking made TPD a professional obligation.

Teacher development is different from teacher training. Teacher development means growth, change, improvement, etc. not only professionally, but also as a human being. In the words of Evans (2002: 131), teacher development stands for *'the process whereby teachers' professionalism and/or professionalism may be considered to be enhanced. He defines professionalism as an ideologically, attitudinally, intellectually and epistemologically based stance on the part of an individual, in relation to the practice of the profession to which she/he belongs, and which influences her/his professional practice'*.

According to Youssef (2019) TPD can be defined as an ongoing process through which professional developers help teachers gain more knowledge and skills in a specific field. It also means a systematic and constant process in which individual teachers are trying to continuously educate themselves to eventually craft their teaching practices'. Arguably, TPD is the ongoing teacher-taken initiatives to grab every possible instant for the sake of further enhancement in the teaching-learning process. In his research paper, Youssef revealed many advantages of TPD. According to him, *'TPD is of paramount importance because it leads to rapid personal growth, enhancing the technical use of teaching materials to boost students' learning. It also helps in improving the quality of instruction, and in establishing a culture of collaboration which may be very beneficial in gaining continuous feedback from others'*.

Then, it is clear that the purpose of a professional development plan is to maintain teachers up to date and help them fit with their students' needs. Many opportunities can enhance TPD and which may include: attending and participating in seminars, conferences and workshops, reading or publishing in journals, attending demo lessons, regular peer- and group discussions, sharing sessions, peer-observation, action research and professional language communities (PLC). An important aspect of TPD is the constructivist perspective, which has informed educational practice for several decades, showed that learning, in general, is constructed through social interaction where individuals exchange and share learnings in a supportive way.

Collaboration with others is useful to allow teachers to give and receive feedback and also offer on-the-ground insights that can ultimately be used for future improvements. At this level, a collective vision is needed. A community where teachers easily discuss their instructional practices, materials, share innovative learning and teaching activities can be created to affect teacher development. So, those weekly pedagogical meetings come as a crucible that favours this networking cooperation and sharing. This is particularly relevant in the CBA context with the constructivism and socio constructivism theories of learning. Christie (2005) points out that constructivism based learning is both an active process and a personal representation of the world. Here knowledge is constructed from the experience and is modified through different experiences. Problem solving and understanding are emphasized in this theory. Authentic tasks, experiences, collaboration, and assessment are among other important factors in this view of learning.

2.2 CONCEPT OF IN-SERVICE TRAINING IN TEACHING FIELD

According to Anna Saiti and Christos Saitis (2006: 456), *'given that schools are learning organizations, and that teachers are the benchmark of an education system, forming an integral part of pupils' intellectual and social development, the concept of teacher training becomes the key for the successful functioning and survival of the school'*. Therefore, certification and pre-

service training are not enough to deal with the 21st century challenges of teaching job. In fact, teachers need to update their knowledge and their teaching practices to better fit with their students' needs. In-service training stands as an important tool to overcome those challenges.

In-service education can simply be defined as the relevant courses and activities in which a serving teacher may participate to upgrade his professional knowledge, skills, and competence in the teaching profession. Consequently, it includes all forms of education and training given to a teacher who is already on the job of teaching-learning. Agreeing with this, billing (1976) added that in-service education is staff development, a deliberate and continuous process involving the identification and discussion of present and anticipated needs for fostering their job satisfaction and career prospects. Its also the institution for supporting academic work and plans, and implementation of programs of staff activities designed for the harmonious satisfaction of professional needs.

Generally, the teachers are regarded as the pivot of educational development. Therefore, in-service education is concerned with the activities and courses in which a serving teacher may participate to upgrade his professional skills, knowledge and interest, after initial training. In this case, in-service education is designed to fill the gap of professional inadequacies of a serving teacher. As Fisher (2003) has rightly pointed out the skill appropriate for generation ago might no longer prepare students for the world beyond school. Students are being tasked to be more creative and thoughtful in their daily activities. In-service education comes then as continuing education that is designed for the retraining, reskilling and updating the knowledge of manpower. According to UNESCO (1985), continuing education can be regarded as the entire body of educational processes whatever the content level and method, ... whereby persons regarded as adults by the society to which they belong develop their abilities, enrich their knowledge, improve their technical or professional qualifications or turn them in a new direction and bring about changes in their attitudes or behaviour in the two-fold perspective of full personal and professional development.

It is recognized that however good existing pre-service teacher education programs are, by their very nature cannot equip intending teachers with all they need for a lifetime of work in the classroom.

The weekly pedagogical workshops, As in-service training in the Beninese secondary schools, bring the educators no longer to rely on their academic knowledge only. It enables them to get useful information, develop new techniques and strategies, and any new ideas related to teaching-learning improvement. All this contributes effectively to the provision of quality teaching. So, teachers must be interested in weekly pedagogical workshops to ensure their continuing education. In Benin today, there is no other way out to better solve the problem of teachers' training and the question of the employment of unqualified newly recruited teachers in the educational system of Benin. Weekly pedagogical workshops are therefore one of the possible ways which favour improvement and upgrade. Through weekly pedagogical workshops, with the help of others, teachers can succeed in the pedagogical act. The practice of the weekly pedagogical workshop facilitates exchange between the teachers of the same subject. It is for this reason that it is important to see carefully what happens during exchanges. Well organized, WPW can encourage collaboration, extend learning time, manage large class sizes, etc.

Clearly, WPWs are worthy in this respect because they can be used to create a closed space that is accessible by inspectors and teaching advisers at any time to reach many teachers at the same time, allowing for easier communication and exchange of materials. Collaborative tasks can be very productive but need careful organizing to ensure they work together successfully.

3 METHODOLOGY

3.1 PARTICIPANTS

Table 1. Sampling

Schools	Teachers Having Answered to the Questionnaires	Teachers Attending WPW Regularly (Experimental Group)	Teachers who Rarely or Never Attend WPW (Control group)
LTP/P-N	05	04	02
CEG DJEGAN-KPEVI	05	03	04
CEG DAVIE	05	02	02
CEG APPLICATION	05	01	02
Total	20	10	10

3.2 INSTRUMENTS

Questionnaires and classroom observations (for the experimentation) were used to gather reliable data during this investigation.

3.2.1 QUESTIONNAIRES

The questionnaires purposefully designed and shared to the twenty (20) participants, can be described as followed: the first part of the questionnaire collects general information about the respondents, highest academic and professional degrees, teaching experiences, and the schools where they teach. The second part shed light on the challenges related to the ELF teacher professional development and the possible impact of attending WPW on their teaching practices and learners' performances.

3.2.2 EXPERIMENTATION PROCESS

This experimentation aims to assess the effect of WPW on teachers' performance as far as the classroom management, and the students' output are concerned. Twenty (20) EFL teachers' performance were randomly assessed through classroom observations during 2019-2020 school year using the following grid purposely designed to fit with the experimentation. The researcher split this sample into two groups taking into account the teachers' attendance to the WPW.

Table 2. Classroom observation grid

Items	1	2	3	4	5
1. Designing adequate material					
2. Efficient use of material					
3. Conducive classroom atmosphere					
4. Students' motivation					
5. Student participation					
6. Learner centered class and STT					
7. Strategies and instructions quality					
8. Reaching lesson objectives					
9. Lesson planning					
10. Teachers' leadership					
11. Teachers' language proficiency					
12. Teachers' feedback and correction					

1-Poor; 2- Fair; 3- Good; 4- Very good; 5- Excellent.

This experimentation aims to assess the effect of WPW on teachers' performance. Here two groups have been taken into account. The first one is the Experimental Group (EG), of ten (10) EFL teachers who are active and regular participants of the WPW. The second one is the Control Group (CG), composed of ten (10) other teachers who do not attend those weekly meetings. This analysis is based on the teachers' scores ranging from a minimum of 12 points to a maximum of 60 points representing their overall performance assessed during one (1) hour classroom observation at the beginning and the end of the 2019-2020 school year. The data are analyzed using SPSS 25 with the following conditions:

1. Null hypothesis H_0 and a hypothesis H_1 are formulated:

- H_0 : There is no statistical significance between participation in WPW and Teachers' performance.
- H_1 : There is a statistical significance (noted Sig. in the ANOVA Table) between the participation in WPW and teachers' classroom performance.
- H_1 is proved if H_0 is rejected.

2. Statistical significance (Sig) is established for a P-value noted $\alpha < 0.05$

The level of statistical significance is expressed as a p-value between 0 and 1. A p-value less than 0.05 (typically ≤ 0.05) is statistically significant. It indicates strong evidence against the null hypothesis, as there is less than a 5% probability.

3. The practical significance (the real-life significance) expresses the strength of the correlation between variables is assessed through the *Effect size* expressed in ETA squared value.

The objective is to reject this null hypothesis using the analysis of variance ANOVA test for statistical significance. Two values are expected p-value $\alpha < 0.05$ indicating statistical significance and the ETA squared value expressing the Measure of Association assessing the effect size between the independent variable (the treatment/being active and frequent participant of WPW) and the dependent variable (teachers' performance/score). The ETA square helps to measure the impact of WPW within our sample.

3.3 DATA COLLECTION AND ANALYSIS PROCEDURES

Data were collected during the school year 2019-2020. The Vice-Principal was met and the English Head Teacher of each of the four (04) secondary schools are covered. The Head Teacher collected the questionnaires and after he/she and his/her peer had filled them, he/she sent them back to his/her Vice Principal who transmitted them to the researcher. let's mention that some teachers did not return their questionnaires on the spot. The classroom observations have also taken place in the same schools under the supervision of the above-mentioned authorities. The secondary schools are located in Porto-Novo, the Ouémé region in the southern part of the Benin Republic. Contents, themes and topics of many agenda of their weekly meetings were analyzed as well. The collected data were processed with IBM SPSS Statistics 25.

4 RESULTS AND DISCUSSION

4.1 RESULTS FROM QUESTIONNAIRES

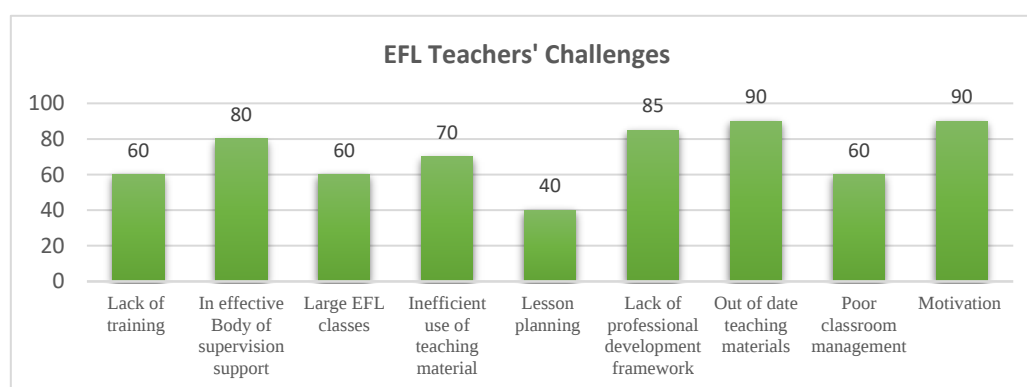


Fig. 1. EFL Teachers' Challenges

The results of figure1 show that all the teachers (100%) have almost the same problems in trying to enhance students' oral proficiency in their classes. These include lack of materials, the unproductive use of existing ones, or the out-of-date of those teaching materials if there is any, students' lack of interest, the absence of support from an effective body of supervision, the lack of training and professional development framework. This chart also points out the size of classes (too large), and the challenges in lesson planning leading to poor classroom management, as obstacles to the teachers' best performances. These difficulties can justify the importance of establishing WPW to overcome those challenges with the help of senior or experienced peer teachers in Beninese context.

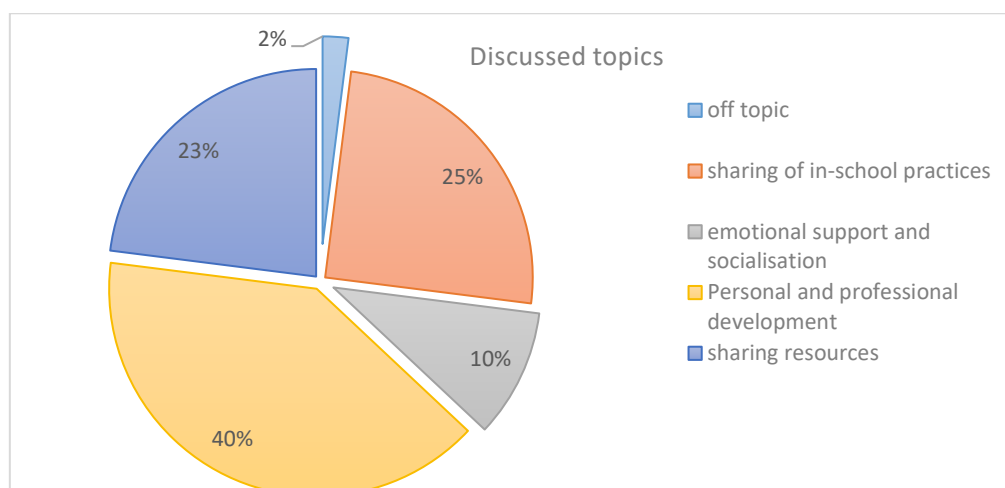


Fig. 2. Discussed topics during a WPW

Figure 2 shows that several topics are discussed by EFL teachers. The topics range from personal and professional development (40%), sharing of in-school practices (25%), through resources sharing (23%), down to emotional support/socialization (10%). Unfortunately, off topics find place during those meetings and come to occupy 2% of the discussions.

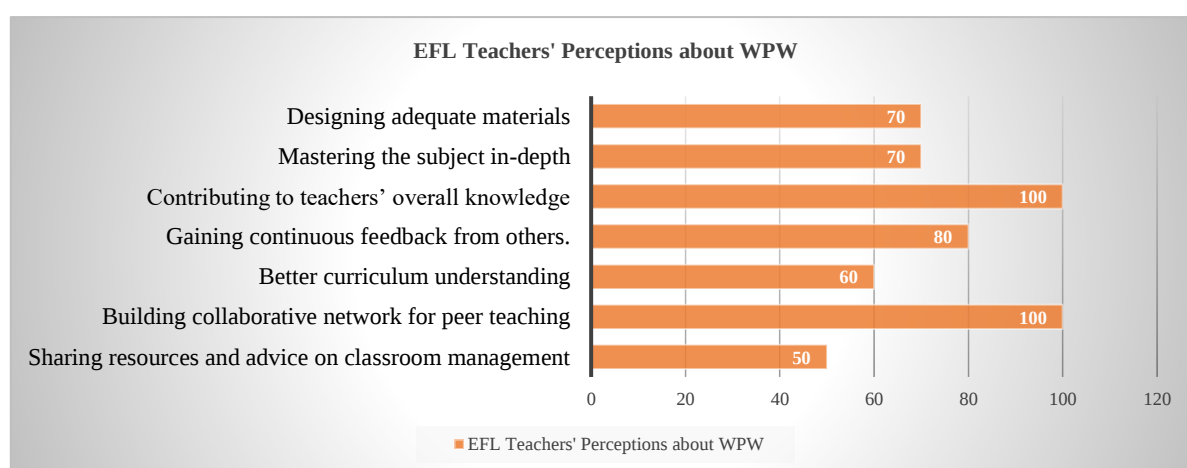


Fig. 3. Teachers' perceptions about the WPW

This chart displays some of the teachers' perceptions about the contribution of the weekly pedagogical workshops. 100% of the teachers have confirmed that it contributes a lot to teachers' overall knowledge and for building a collaborative network facilitating peer teaching-learning among teachers. 80% of the teachers confessed that such a meeting helps them to gain continuous feedback from others. It can be concluded that WPW can easily become an essential tool for peer teaching. It was also asserted by 70% of teachers that the workshop helps for designing materials and in mastering deeply a given subject. 80% of the respondents find opportunity for feedback from others, where some others (60%) find room for a better understanding of the curriculum. But, unfortunately, only half of the respondents (50%) recognized WPW as an opportunity for sharing advice and resources.

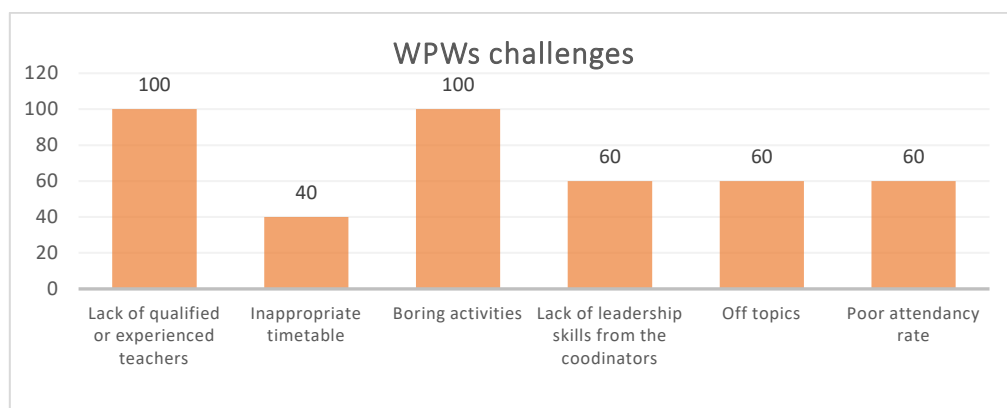


Fig. 4. Challenges of WPW

Figure 4 displays the different challenges faced by teachers during those periodical weekly meetings. The most important one are the boring activities and lack of qualified/experienced teachers as assumed by 100% of the participants. 60% of them confess that they do not attend regularly, and added that there are too much off topics during those meetings and their coordinators lacks of leadership skills. The timetable is another problem pointed out by 40% of the respondents.

4.2 THE EXPERIMENTATION REPORT

4.2.1 HYPOTHESES

- H_0 : There is no statistical significance between participation to WPW and Teachers' performance.
- H_1 : There is a statistical significance (noted Sig. in the ANOVA Table) between the participation to WPW and teachers' classroom performance.
- H_1 is proved if H_0 is rejected.

4.2.2 STATISTICAL SIGNIFICANCE

Statistical significance (Sig) is established for a P-value noted $\alpha < 0.05$. The level of statistical significance is expressed as a p-value between 0 and 1. A p-value less than 0.05 (typically ≤ 0.05) is statistically significant. It indicates strong evidence against the null hypothesis, as there is less than a 5% probability.

4.2.3 PRACTICAL SIGNIFICANCE

The practical significance (the real-life significance) expresses the strength of the correlation between variables is assessed through the *Effect size* expressed in ETA squared value.

Table 3. Overall Score

Report			
Group	Mean	N	Std. Deviation
Experimental	37.80	10	7.891
Control	22.75	10	4.778
Total	30.28	20	9.977

The experimentation shows the total mean of 30.28 and a standard deviation of 9.977 for the 40 participants.

Table 4. One-way ANOVA control group*experimental group

ANOVA Table						
			Sum of Squares	df	Mean Square	Sig
Overall Score * Group	Between Groups	(Combined)	2265.025	1	2265.025	53.230
	Within Groups		1616.950	38	42.551	
	Total		3881.975	39		

In table 4 the analysis of variance ANOVA shows that there is a statistical significance between both groups as $Sig = .000$ or p-value noted $p = 1.3383 \times 10^{-9} < \alpha = 0.05$ (the significance level). This value allows to reject the Null Hypothesis asserting that no difference (related to WPW treatment) exists between groups. The practical level of correlation/association between treatment and groups is assessed by the measure of association summarized in table 5.

Table 5. Measure of association of Overall Score * Group

Measures of Association		
	Eta	Eta Squared
Overall Score * Group	.764	.583

The measure of association in Table 5 reveals in the current case, the Eta squared value expressing the Effect Size is $ES = .583$ as this indicates a strong correlation between the dependent variable (teachers overall score) and the independent variable (WPW). This practically means that 58.3 % of the variability of teachers' Performance is explained by the impact of the weekly pedagogical workshops (WPW). These data are interesting as they confirm the predicted positive impact of WPW on teachers' performance.

4.3 DISCUSSION

4.3.1 PURPOSES AND CONTENTS OF WPWS

Through the research findings, it can be said that WPWs provide a social environment in which the professional and personal development of teachers is supported. Some studies in the literature also support these results. As displayed in Figure 2, this research paper shows that several topics are discussed during the meetings by EFL teachers. During those workshops, topics are as follow: discussions on-field knowledge, discussions on personal and professional knowledge, sharing of in-school practices, sharing of teaching materials, and shares for emotional support.

Shares for field knowledge refers to teachers' specialized knowledge in a certain field whereas shares for pedagogical content knowledge emphasize how the teacher can teach what he/she knows. Shares for in-school practices stress teachers' practices performed during their lessons and shares for emotional support accentuates that teachers support and congratulate each other for different achievements, and refers to their efforts to develop mutual trust. It also refers to different social assistances for birthdays, loss of parents or relatives, health issues....

4.3.2 CONTRIBUTION OF WPW IN CPD IN BENIN CONTEXT

According to Macia and Garcia (2016), communities of practice have an important place in the sense that teachers voluntarily participate in learning, reflect their practices to other teachers and give mutual emotional support. Marcia and Garcia (2016) investigated the effects of communities of practice on ensuring the professional development of teachers. In this regard, it is considered important to investigate the different aspects of teachers' behaviours in learning communities. Therefore, the way the WPW, which is regarded as a community of practice that can be used as an in-service tool, is used by teachers to ensure professional development is the subject of this paper.

In this context, the analysis of figure 3 testifies that teachers recognized the great contribution of WPWs in their professional growth. In their explanations, teachers affirm that they gain a lot from such a community of practices in building a collaborative network, accessing resources, mastering the subject in-depth, etc. It can be stated that the WPW has become a significant alternative for in-service training in recent years. In this regard, teachers intensively use WPWs for learning within the context of professional development. This validates the first hypothesis which states that WPWs are efficient tools for

Teacher Continuous Professional Development (TCPD). Communities of practice have three main features. These are field, community and practice. There is a common and well-defined field in the field community of practice. In the current case, the field is teaching-learning; the community is the different educational actors gathered during those meetings and sharing many things related to their field, and the practice is the teachers' performance during their language classes.

4.3.2.1 RELEVANCE OF WPW AS AN IN-SERVICE TRAINING TOOL IN THE CBA CONTEXT

Different learning theories are associated with teaching-learning to cope with the 21st century's needs. Because of the daily unstoppable revolution in the education field, pre-service training and certification are not sufficient for a whole teaching lifespan. For Keskin and Metcalf (2011) when today's learning theories are examined, it is observed that the theories used are associated with learning theories such as Cognitive Theory and Constructivist Theory. Interestingly, these theories are the pillars of the Competency-Based Approach (CBA) to teaching-learning implemented in the Benin republic. A key characteristic of the Competency-Based Approach is its focus on mastery and ways of achieving goals. It encourages both the educators and the learners to share responsibility for learning (Arevalo, 2018). Unlike other educational design models, a competency-based educational framework offers a unique and dynamic element that requires adaptation and a shift in learning approach both by educators and learners (Arevalo, 2018). This framework is closely related to the present-day CDP requirement made up of knowledge, attitude and skill components. In this context, teachers, as lifelong learners can take advantages of the infinite possibilities offered by WPW to continuously upgrade their academic and pedagogical knowledge.

On the other hand, some studies are trying to explain the professional development of teachers within the context of sociocultural learning, communities of practice, social learning and social learning theory (Marcia & Garcia, 2016). Sociocultural learning is an important determinant in the cooperation among teachers. Justifiably, the *social network* aspect of WPW nurtures the advantages of social collaboration and somehow lessens its drawbacks. Teachers attending regularly these sessions, have access to their colleagues' resources and can check and edit whatever they share. Meeting physically and participating whenever it is possible, allows teachers to share and solve issues related to their teaching-learning practices through social network framework offering a flexible social collaborative learning environment.

In this process, professional learning can take place by repeating, mutually sharing and modelling certain practices (Vytgosky, 1978; Van Lare & Brazer, 2013). Accordingly, teachers are regarded as social beings in the community of practice approach. They should be actively present in learning environments. In other words, they need social learning environments advocates Baran and Cagiltay (2010). In parallel with these statements, Brookfield (1986) points out that adults learn through collaborative studies in social environments when they work as target-oriented and think about what they have learned. According to Knowles (1990), concerning adult learning principles, adults can direct themselves depending on their development related to learning, their experiences and knowledge provide a resource for learning, and they learn by studying and discussing different problems. On the other hand, they want to learn the things that is useful for them, that is based on their interest, and that they will have the opportunity to implement. This is how the WPW activities should be re-oriented to avoid monotony and reduce teachers' absenteeism.

There are pieces of evidence regarding the fact that there are relationships between teacher learning and practices and their participation in WPW. In this paper, the types of sharing of teachers in the field of EFLT during those meetings revealed that there is a correlation between the WPW and the teachers' performance. Then it is clear that the experimentation carried out during this study, corroborates this paper's hypotheses stipulating that professional development is necessary to improve teaching-learning and in The Weekly Pedagogical Workshops are efficient tools for Teacher Continuous Professional Development (TCPD).. To succeed in using WPW as an effective and efficient in-service training tool, one should take the following suggestions into account.

5 SUGGESTIONS

As revealed by figure 4, many difficulties are hindering the real impact of WPW as an efficient tool for teachers' professional development. To overcome those challenges, many practical actions should be taken.

- Government should avoid transferring only unqualified teachers to the same school. They should find a balanced ratio of senior experienced teachers and newly recruited ones for each school.
- The educational staff should organize regular workshops to sensitize on the importance of WPWs in Beninese educational system.

- Teachers' coordinators or head-teachers should be open-minded and not regard themselves as superior to others, to create a good atmosphere of exchanges. For this purpose, leadership skills should be developed.
- Good management of the group is required and a clear code of conduct should be elaborated to bide all the teachers. This may help to avoid misunderstanding and off-topics.
- School administrators and managers should always encourage the teachers' effort and provide assistance, curriculum and agenda for each session.
- Teachers should keep the focus on the needs, sharing the knowledge, issues and problems, through active participation as collaboration and networking are essential for their professional growth and to find resources to better their classroom practices.
- Teachers should prioritize and invest in their in-service training to stay up-to-date and to fit with 21st-century demands.

6 CONCLUSION

This paper confirms that continuing professional and personal development is the cornerstone of teachers' success in their field. Then, it is demonstrated that WPW supports the professional development of teachers. Therefore, it can be stated that meetings that increase cooperation in this way are an important factor in the development of teachers. In this regard, it is necessary to create and support such communities of practice in Beninese schools.

WPWs come as an important tool for teacher development. Being professionally qualified is not enough to be an excellent teacher. Teacher continuing developments approach that is self-observation, peer observation, action research, teacher journals, case studies, team-teaching, coaching, teaching portfolios, etc.– according to Gebhard (2005:25) *"can provide a way for us to identify problems in our teaching, as well as ways to solve these problems, and this process can provide us with much awareness about our teaching"*.

English is the most important international language around the world and it has become a key aspect in the development of a country. EFL teachers have to continue updating their knowledge to keep up with all the changes in the field of teaching English as a foreign language by usually attending weekly pedagogical workshops. This is one of the most powerful CPPD tools. Through this, they can effectively help learners in language learning and make the learning process more motivating. But, unfortunately, most of the teachers do not show any interest in attending this meeting. Most of them use the meeting hours for talking about irrelevant things, some mark their learners' papers during this meeting and even eat. Educational stakeholders should take actions to make WPW a real source of teachers' professional development.

REFERENCES

- [1] Arevalo, A. (2018) Competency-Based Education. SFU. Retrieved from https://wiki.its.sfu.ca/permanent/learning/index.php/Competency_Based_Education.
- [2] Baran, B., & Cagiltay, K. (2010). Motivators and barriers in the development of online communities of practice. *Egitim Arastirmalari-Eurasian Journal of Educational Research*, 39, 79-96.
- [3] Bouhnik, D., & Deshen, M. (2014). WhatsApp goes to school: Mobile instant messaging between teachers and students. *Journal of Information Technology Education: Research*, 13, 217-231.
- [4] Brookfield, S. (1986). *Understanding and facilitating adult learning*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- [5] Calvo, R., Arbiol, A., & Iglesias, A. (2014). Are all chats suitable for learning purposes? A study of the required characteristics. *Procedia Computer Science*, 27, 251-260. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.02.028>.
- [6] Cranefield, J., & Yoong, P. (2009). Crossings: Embedding personal professional knowledge in a complex online community environment. *Online Information Review*, 33 (2), 257-275. <https://doi.org/10.1108/14684520910951203>.
- [7] Christie A. 2005. Constructivism and its implications for educators. Retrieved April, 20, 2013.
- [8] Evans, L. (2002). What is Teacher Development? *Oxford Review of Education*, 28 (1), 123137. doi: 10.1080/03054980120113670.
- [9] Fisher, R. (2003) *Teaching thinking*, 2nd edition, London: Continuum Books.
- [10] Gebhard, J.G. (1992). Awareness of teaching: approaches, benefits, tasks. *English Teaching Forum*, 30 (4), 2-7.
- [11] Hwang, W., Huang, Y., & Wu, S. (2011). The effect of an MSN agent on learning community and achievement. *Interactive Learning Environments*, 19 (4), 413-432. <https://doi.org/10.1080/10494820903356809>.
- [12] Keskin, N. O., & Metcalf, D. (2011). The current perspectives, theories and practices of mobile learning. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10 (2), 202-208.
- [13] Knowles, M. (1990). *The adult learner: A neglected species*. Houston, TX: Gulf Publishing.

- [14] Kozinets, R. V. (2010). *Netnography: Doing ethnographic research online*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- [15] Macià, M., & García, I. (2016). Informal online communities and networks as a source of teacher professional development: A review. *Teaching and Teacher Education*, 55, 291-307. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.01.021>.
- [16] McMillan, J. H. (2004). *Educational research: Fundamentals for the consumer*. Boston: Pearson Education.
- [17] Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- [18] Rambe, P., & Bere, A. (2013). Using mobile instant messaging to leverage learner participation and transform pedagogy at a South African University of Technology. *British Journal of Educational Technology*, 44 (4), 544-561. <https://doi.org/10.1111/bjet.12057>.
- [19] Rutherford, C. (2010). Facebook as a source of informal teacher professional development. *In Education*, 16 (1), 60-74.
- [20] Saiti, A. and Saitis, C. (2006) In-service training for teachers who work in full-day schools. Evidence from Greece. *European Journal of Teacher Education* Vol. 29, No. 4, November 2006, pp. 455-470
Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/233348848>.
- [21] Smith Risser, H. (2013). Virtual induction: A novice teacher's use of twitter to form an informal mentoring network. *Teaching and Teacher Education*, 35 (1), 25-33. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.05.001>.
- [22] Van Lare, M. D., & Brazer, S. D. (2013). Analyzing learning in professional learning communities: A conceptual framework. *Leadership and Policy in Schools*, 12 (4), 374-396. <https://doi.org/10.1080/15700763.2013.860463>.
- [23] Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- [24] Wenger, E. (1998). *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511803932>.
- [25] Wenger, E., McDermott, R., & Snyder, W. (2002). *Cultivating communities of practice: A guide to managing knowledge*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- [26] Wesely, P. M. (2013). Investigating the community of practice of world language educators on Twitter. *Journal of Teacher Education*, 64 (4), 305-318. <https://doi.org/10.1177/0022487113489032> WhatsApp. (2017).
Retrieved from <https://www.whatsapp.com/features>.

Contribution of entrepreneurial support structures to the self-employment of young people from the central region in Burkina Faso

Souaibou Goudo Lompo¹ and Mariétou Sawadogo²

¹Laboratory of Social Dynamics, Education, Sport, Human Development (Ladys-ES-DH), Porto-Novo, Benin

²National Institute of Youth, Physical Education and Sport, University of Abomey - Calavi, (INJEPS, 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: This joint study on the contribution of support structures to the self-employment of young people stems from the fact that the Burkinabè education system returns graduates each year in search of employment and the number is only increasing year by year. This study aims to assess the impacts of support structures for the self-employment of young people. The human capital theories of Gary (1992), the referentialization theory (ICP) of Figari (1994) and that of Paul Arthur Fortin the measure d served as a basis for this study. The non-probabilistic method and the reasoned choice followed by the non-probabilistic random method made it possible to identify 170 subjects as a sample. The results obtained through this methodology reveal that technical support allows young people to acquire entrepreneurial skills (88.05% business plan preparation and 87.42% in business management) and financial support promotes creation companies (66.67% have created their companies.). This study has shown the importance of the contribution of entrepreneurial support structures, as non-formal education devices to the self-employment of young people.

KEYWORDS: Education, Entrepreneurship, Employment, Development.

1 INTRODUCTION

Entrepreneurship seems to be the way to solve the unemployment problem in all countries of the world. Thus, for Chabaud & Degeorge, (2016, p.19) "Entrepreneurship is at the heart of public policies and the questions of researchers and practitioners" because it contributes to job creation and economic growth. The importance of entrepreneurship and its contributions vary according to the levels of economic development of countries, the size of companies and their ages.

Thus, the report on the economic outlook for Africa 2017, co-authored by the African Development Bank, the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) and the United Nations Development Program (UNDP) indicates that most African countries are developing industrialization strategies that are based on entrepreneurship.

According to the demographic projections of the INSD (2009), the population of Burkina Faso is estimated at 20,244,080 inhabitants in 2018 (or 9,777,136 men and 10,466,944 women) and could reach 21,510,181 inhabitants in 2020. L The 2015 Continuous Multisectoral Survey (EMC) indicates that 47% of the population is under 15 years old, 67% under 25 years old and 33.2% of young people are between 15 and 35 years old.

Indeed, nearly 60% of this population is young and constitutes an asset for the economic, social and political development of the country if it is properly supervised and trained. However, it is confronted with a certain number of difficulties and major challenges which hinder its development and hamper its active participation in development. Coombs (1989) writes that after independence, African countries were faced with the problems of development and the reorganization of society. They urgently needed to build up a skilled workforce to run the modern sectors of large cities and ensure development.

Wanting to obtain rapid results, they did not take the time to create educational systems that met their own needs and reproduced the colonial model, hoping that it would give the same results as those it allowed to obtain. in its original

environment. Thirty years later, we can observe that this system, which has become elitist, has produced many more graduates than the evolution of the modern sector allows to hire.

Indeed, education constitutes the basis of any human society which aims to be stable, united and prosperous. It promotes socialization, social and economic integration of individuals into their living environment. This is why the Sustainable Development Goals (SDGs) place education at the forefront of its struggle for development. Moreover, Joseph KI-ZERBO by titling his work "educate or perish" reflects the importance of education for society. But unfortunately, the Burkinabè education system produces unemployed graduates and the number of these looking for work is only increasing from year to year.

To solve this unemployment problem, private and public initiatives have been born, including programs and projects for the socio-professional integration of young people, support structures for entrepreneurship. The link between the work of these structures and the self-employment of young people makes it possible to consider the theme on the contribution of support structures to the self-employment of young people in the central region of Burkina Faso.

2 STATE OF THE PROBLEM

The figures presented at the Symposium dedicated to the theme of the development of the international labor market are alarming: 3.3 billions formal or informal jobs should be created by 2050 to enable all working people to be included in the economy. In sub-Saharan Africa, 330 millions young people will enter the labor market in the next fifteen years.

The International Labor Office (ILO) noted in its report on the employment crisis that the number of unemployed youth increased from 71 million in 2007 to 75 million in 2012 worldwide (ILO, 2012). In 2014, the youth unemployment rate already exceeded 12% in developing countries. In Africa, this unemployment rate remains high and today stands at over 31% while it is 6% in Sub-Saharan Africa (ILO, 2017) where until 2035, 18 millions jobs per year will have to be created there. Currently, this figure is only 3 million (AU-EU, 2017: 33).

In fact, in Burkina Faso, the competition figures for the Ministry of the Civil Service attest to this reality. Thus, in 2016, 936,264 candidates for 12,324 positions to be filled; in 2017, 11,096 against 905,166 applications, ie an absorption rate of 1.22%; in 2018, over 1,200,000 for around 6,000 positions; that is, one position for 200 candidates on average. In 2020 we have 1,290,142 candidates for 4,721 positions to be filled.

This situation of rising unemployment rate among young graduates prompted Lejeune and Derriennic (1996, p.7) to say that: "African youth have no future. Because, when old enough to enter working life and earn a living, young people are the first to be affected by unemployment and underemployment, they are also the most vulnerable. After believing in the race for diplomas, many young people find themselves at the end of their studies with no prospect in a closed market. In any case, young people do not have long-term prospects. They live from day to day at the risk of being tempted or drawn into illegal activities, into delinquency ". These findings have prompted states and researchers to seek solutions to overcome this problem.

This is how public and private initiatives were born and aim to set up innovative and inclusive training systems, making it possible to deliver a flexible training offer adapted to the needs of the local economic fabric and facilitating the transition to employment and specifically other approaches have taken an interest in supporting young people in their integration process. Support for entrepreneurship finally appears crucial in a context where economies are no longer able to offer decent employment opportunities to young people who enter the labor market each year. This research has set itself the task of identifying the impacts of the actions of these support structures for self-employment on young people. What are these structures doing to help young people integrate professionally ? How do these structures contribute to the self-employment of young people ?

3 THEORETICAL FRAMEWORK

The question of unemployment is raised acutely in developing countries, due to the inadequacies and the unsuitability of the education system to the contextual realities of these countries. So, all countries are looking for solutions to this problem. The present study borrowed the human capital theory of sociologist Gary (1992) speaking of skills development, the referentialization theory of Figari (1994). Thus, the theory of human capital is based on three elements namely skills, experiences and knowledge. According to the definition of the OECD, human capital covers "all the knowledge, skills, competences and individual characteristics that facilitate the creation of personal, social and economic well-being" "human capital constitutes an intangible good that can advance or support productivity, innovation and employability "And for Fortin (2000), culture must also refer to relevant skills of know-how, interpersonal skills, know-how and how to act appropriate to the life situation. Thus, entrepreneurial culture is the creation and management of a business, the dynamic and innovative

approach of an employee in employment to advance the business, the active and dynamic search for a job for an unemployed person, the stimulating pedagogy of the teacher with young people in training and the positive and innovative social intervention which corresponds well to the research framework, that is to say the accompaniment to the entrepreneurship among young people looking for jobs or carriers of ideas.

Thus, the referentialization scheme (Induit-Construit -Produit) offers the possibility of developing tree structures from the three poles of the triangle to specify the analysis approach (i.e. the theoretical referents and the methods of collection and data processing) according to the device evaluated and the problem addressed.

4 METHODOLOGICAL APPROACH

A participatory approach combining quantitative and qualitative data collection was adopted within the framework of this article. Indeed, a pre-survey was carried out in November 2019 and the survey itself in March and April. It concerned the beneficiaries of eleven out of eighteen self-employment support structures at the time of the survey, outside the technical departments of the ministries which carry out entrepreneurship projects and programs.

The research concerned 170 subjects, including 159 young beneficiaries and 11 resource persons. A questionnaire was administered to the young beneficiaries while an interview guide was used with resource persons such as those in charge of support structures for entrepreneurship. Data collection is done with the ODK software, installed in the phone with the questionnaire. Young beneficiaries were interviewed and completed each questionnaire that was stored on the KOBO Toolbox server.

For the data analysis we used the STATA version 14 software and the Excel spreadsheet for tables and graphs. Before being able to analyze the content of the interviews, we transcribed these interviews, organize the data and prioritize certain verbatim from the interviews with regard to their content for certain indicators.

5 RESULTS OF THE RESEARCH

5.1 QUANTITATIVE RESULTS

Table 1. Distribution of beneficiaries according to their level of education

Educational level	Girl	Boy	Total	Percentage
Primary	5	4	9	5,7%
1st cycle secondary	8	10	18	11,3%
Secondary 2nd cycle	9	10	19	11,9%
University	30	83	113	71,1%
Total	52	107	159	100%

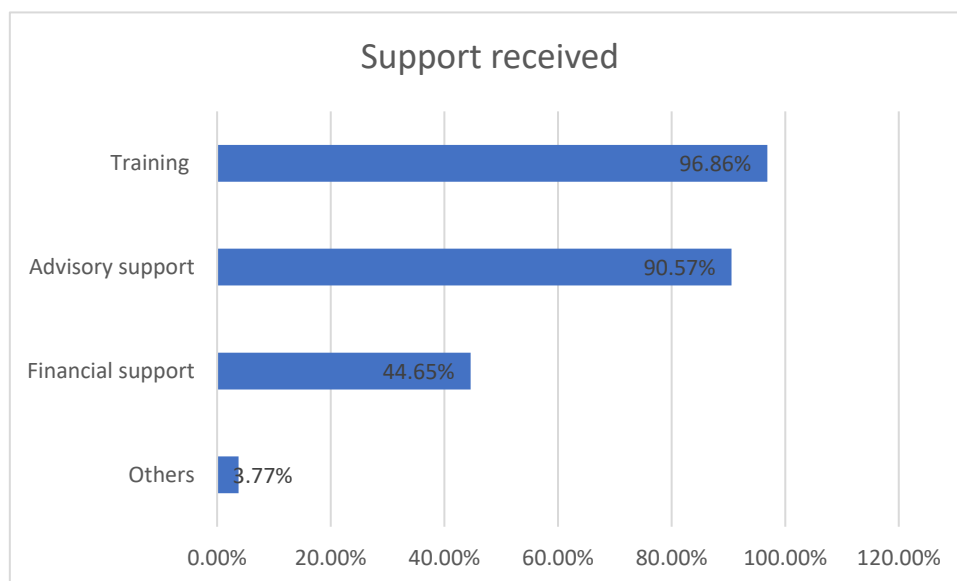
This table depicts the fact that 71.1% of beneficiaries of education and support structures for entrepreneurship have a university education level, then comes the secondary education level 23.2%, 9% and finally 5.7% for the primary level.

Table 2. Breakdown of beneficiaries according to their function

Function	Female	Male	Effective	Percentage
Student	14	29	43	27%
Contractor	34	68	102	64,2%
Unemployed	2	6	8	5%
Others	2	4	6	3,8%
Total	52	107	159	100%

This table highlights that 64.2% of respondents are entrepreneurs with 42.8% men against 21.4% women. Students represent 27% with 18.2% male against 8.8% female. The unemployed occupy 5%. The other functions represent 3.8%.

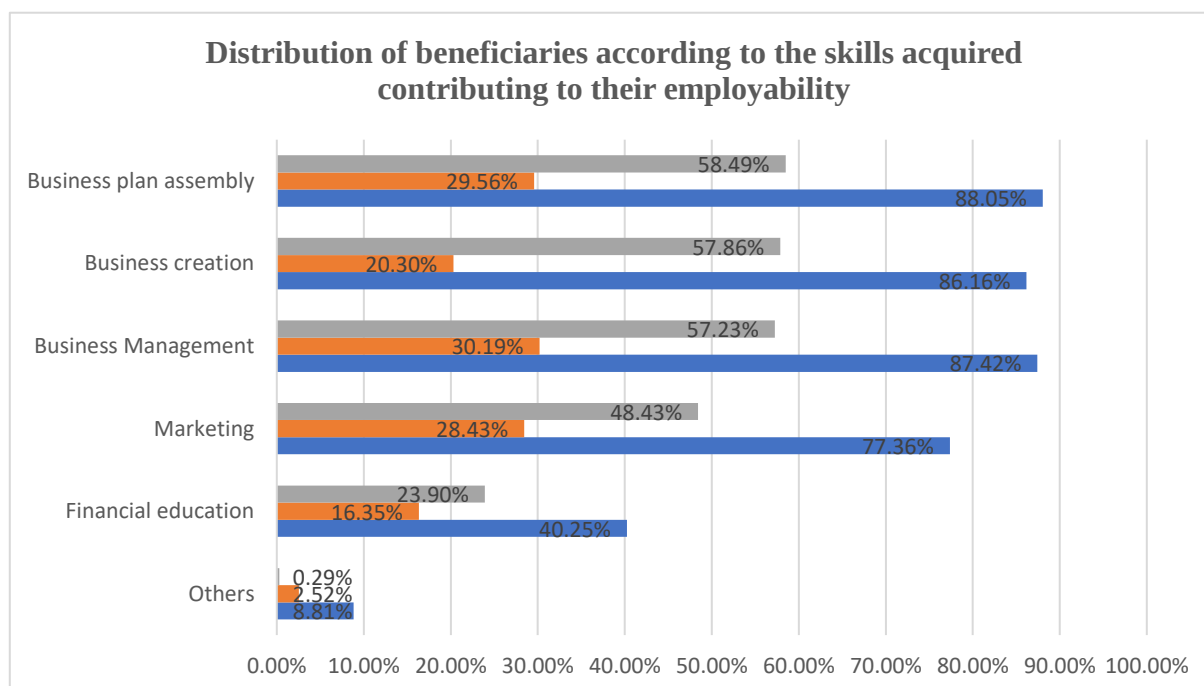
5.1.1 SUPPORT ACTIONS FOR ENTREPRENEURSHIP



Graph 1: Distribution of beneficiaries according to the type of support received

This graph highlights that 96.86% of respondents received training, 90.57% advice support, 44.65% financial support and 3.77% something else.

5.1.2 EFFECTS OF THE ACTIONS OF SUPPORT STRUCTURES ON BENEFICIARIES



Graph 2: Distribution of beneficiaries according to the skills acquired contributing to their employability

This graph shows that 88.05% of the subjects surveyed have acquired skills in setting up a business plan; 87.42% acquired skills in business management; 86.16% had skills in starting a business; then 77.36% acquired marketing skills; 40.25% had financial education skills.

Table 3. Distribution of beneficiaries according to business creation

	Business creation	
Sex	Yes	No
Female	39	13
%	24,53%	8,18%
Male	67	40
%	42,14%	25,16%
Together	106	53
%	66,67%	33,33%

This table shows that 66.67% of all beneficiaries were able to set up their business, of which 42.14% were men against 24.53% were women. 33.33% were unable to do so.

Table 4. Distribution of beneficiaries according to business creation and non-acquisition of financing

	Business creation and unearned financing	
Sex	Yes	No
Female	12	13
%	13,19%	14,29%
Male	28	38
%	30,77%	41,76%
Together	40	51
%	43,96%	56,04%

The table above depicts the fact that among those who were able to start a business 56.04% were able to set up their business without receiving funding.

5.1.3 ELEMENTS OF MOTIVATION FOR YOUNG PEOPLE TO GO TO SUPPORT STRUCTURES AND ENTREPRENEURSHIP EDUCATION

Table 5. Distribution of beneficiaries according to the motivation to go to education and entrepreneurship support structures

	Sex	
Motivation	Female	Male
Desire to acquire knowledge and skills in entrepreneurship	17	40
%	10,69%	25,16%
Desire to start my business	23	47
%	14,47%	29,56%
Desire to find a job	5	10
%	3,14%	6,29%
Others	7	10
%	4,40%	6,29%

This table shows that 35.85% of beneficiaries went to education and support structures for entrepreneurship out of a desire to acquire knowledge and skills in entrepreneurship, 44.03% went to these structures in the goal of being able to create their businesses, 9.43% went to these structures for the desire to find a job and 10.69% went for other reasons.

5.2 QUALITATIVE RESULTS

5.2.1 A ABSTRACT OF THE PRESENTATION OF SUPPORT STRUCTURES AND THEIR ACTIONS

These results show that the Burkinabè ecosystem is full of different types of support structures that differ from one another either in the target audience or in the nature of their support.

Thus, through the interviews, we were able to identify private and public incubators in the form of an association or a company.

The public structures that we were able to identify are the DOFJE of the Ministry of Youth, the AFP / PME of the Ministry of Commerce, Burkina start up. The other structures are private initiatives: they are BéoogoLab, WakatLab, Akri, la fabrique, KéoLID, UO @ incub, 2IE Technopôle, the company house and ProFeJeC.

5.2.2 ACTIONS IN FAVOR OF YOUNG PEOPLE ARE TRAINING, ADVISORY SUPPORT AND COACHING, PROJECT FINANCING.

Regarding the intervention strategy, some structures recruit young people with ideas, whom they will train to supervise and finance the implementation of the project, others make calls for projects and these are impact projects that they recruit to support either the search for financing or markets to boost young companies.

6 DISCUSSION

6.1 ANALYSIS OF THE SOCIO-DEMOGRAPHIC CHARACTERISTICS OF THE YOUNG BENEFICIARIES OF SUPPORT STRUCTURES

On the demographic level, the literature generally studies the influence of two characteristics on the motivations to be undertaken. Age and gender, Reynolds and colleagues show across 29 countries (from all continents) that entrepreneurs by opportunity are older than entrepreneurs by necessity. These results are not corroborated by other authors. Thus, Zoumba (2018) citing Robichaud, Lebrasseur, & Nagarajan (2010) in Canada, Bhola et al. (2006), Verheul et al. (2010) and van der Zwan, Thurik, Verheul, & Hessels (2016) in 25 countries of the European Union plus the United States, Wagner (2005), Block & Sandner (2009), Caliendo & Kritikos (2009), Block & Wagner (2010) and Fossen & Büttner (2013) in Germany, then Giacomini et al. (2011) in Belgium show that they find an inverse relationship. These authors all carry out equally quantitative studies and establish that necessity entrepreneurs are older.

And Bergmann & Sternberg (2007) show in the German context that age does not have an influence on entrepreneurs out of necessity. These differences seem little related to contexts because the work of Bergmann & Sternberg (2007) and others like Wagner (2005) for example are carried out in the same German context with the same type of data. The gender of entrepreneurs motivated by necessity and opportunity was also studied. Cited by Zoumba (2018); Giacomini et al. (2011) in the Belgian context show a positive relationship between the male gender and entrepreneurship by necessity. Block & Wagner (2010) and Verheul et al. (2010) indicate, on the other hand, that men are more likely to become entrepreneurs out of opportunity than to be entrepreneurs out of necessity. According to this study, more men go to support structures, ie 67.30%. This reflects the fact that they are able to become entrepreneurs by opportunity because they want support to build innovative and sustainable businesses. Thus, studies have shown that the majority of women who enter business do so out of necessity, which is why they are rarely found in support structures. But we want to emphasize that the women we have been able to meet undertake by opportunity because they have innovative and impactful projects that generate a lot of employment and protect the environment or the health of the population (example of Palobde which manufactures diapers for adolescent girls and women). This not only helps improve the reproductive health of adolescent girls and women but also provides employment for those who grow organic cotton, those who spin cotton, those who weave and those who sew diapers)

6.2 ANALYSIS OF THE ACTIONS OF SUPPORT STRUCTURES FOR SELF-EMPLOYMENT

Investment in human capital through training is of great importance. And we can affirm with Baba Moussa (2000) that "What we can retain from works which are based on the theory of human capital is that they all highlight, as Psacharopoulos and Woodhall summarize it well, that *"education, like other forms of investment in human capital, can contribute to economic development and raise the incomes of the poor as effectively as investments in physical capital such as in transport, communications, energy or 'irrigation'"* (Psacharopoulos and Woodhall, 1988: 3). "Thus according to our results, Table I shows that 71.1% of beneficiaries of entrepreneurship support structures have a university level. These results show that these

structures are more frequented by young graduates who are unemployed or looking for work. They also underline the high rate of unemployment of young graduates who want to start a business or find a job. This is how Lejeune and Derriennic (1996: 7) assert that:

"African youth are lacking for the future. Because, when old enough to enter working life and earn a living, young people are the first to be affected by unemployment and underemployment, they are also the most vulnerable. After believing in the race for diplomas, many young people find themselves at the end of their studies with no prospect in a closed market. In any case, young people do not have long-term prospects. They live from day to day at the risk of being tempted or drawn into illegal activities, into delinquency".

Indeed, for Fortin *"to ensure the economic growth of an area, you have to have a medium and long-term vision. There is a solution to create employment in the medium term: the transformation of a given community into an incubator environment for entrepreneurship"*. This is the case with the university, which must be transformed into an incubator environment for entrepreneurship. The fact is that the majority of our respondents are students looking for solutions to their unemployment problem or to start a business. This shows the importance of these structures whose role is to inform, educate, train and guide these young people for the creation of businesses. At Joseph KI ZERBO University there are two incubators (INCUB @ UO and UO INNOVA). Which is a good thing, but the accommodation capacity and the conditions of access mean that many students cannot access it. The majority of beneficiaries are entrepreneurs as confirmed in Table II (64.2% with 42.8% women and 21.4% men). This shows the importance of entrepreneurial support and the contribution of these structures to the self-employment of young people. The results of graph 1 show that all the subjects benefited from either technical or financial support (96.86% benefited from training, 90.57% from advisory support, 44.65% from financial support and 3.77% of something else). What is deplored by the beneficiaries is that many do not benefit from the funding, which sometimes limits the transition to the act of starting a business. What is interesting is that despite 44.65% benefited from the funding 66.67% were able to set up their businesses according to Table IV. Here we can affirm that technical support plays a capital role because whatever one says the skills, the abilities, the motivations prepare and push the individual to undertake. But we are not unaware of the financial support which is an integral part of entrepreneurial support and which complements the technical one. In this sense, our results show that 97.06% of those who benefited from the financing created their businesses

As Fortin ((2002) confirms in his work entitled *"Entrepreneurial Culture, an Antidote to Poverty"*, *"Helping a person able to work to get out of poverty therefore means making him capable of taking charge rather than giving him support money and keep it too often in dependence"*. The author therefore claims to provide skills to be undertaken by saying "as well as appropriate knowledge to properly meet the challenges as an entrepreneur or employee and skills of know-how appropriate to his life situation. "From the author's 2003 Dakar conference on "poverty, a curable disease". Also, according to the theory of capital, we consider that human capital is made up of three elements which, together, determine a certain aptitude of the individual to work, namely skills, experiences and knowledge. We can explain the fact that many of our respondents were able to create their businesses without funding by the fact that within the framework of the Youth Employability and Skills Development Project coordinated by the Maison de l'Entreprise was able to select young students who finished their studies and became interested in the work of the cabinets. Thus, these young people had favorable predispositions to business creation and had training as trainers in entrepreneurship and considered a base of entrepreneurship experts to support the business house. So these young people are automatically associated as trainers to support the firms recruited by the Maison de l'Entreprise when it has contracts. So according to information from the head of the Maison de l'Entreprise "the majority of young people who have received training from entrepreneurship trainers have been able to set up their businesses and formalize them".

For the training offers offered by the different education and supervision structures are practically identical except for a few. So, we notice that apart from financial education that less than 50% of the respondents declared having received it as training all the other offers such as creation, management of companies, marketing, assembly of business plan were administered to more by 80%. We can thus say that the training offers in entrepreneurship are roughly the same to promote employability and business creation. Figure 3 shows that the skills acquired through these trainings are practically skills in business creation and management, in marketing, in setting up business plans and in financial education. By analyzing these training offers and the skills resulting from these training courses, we can affirm that these offers range from awareness-raising to business creation to business management, including how to make your product known, how to sell it well, to who do we sell it in Abstract strategies to move our business forward. Financial education, which is the discipline that allows the entrepreneur to know how to differentiate family management from business management, therefore knowing how to save, budget, manage debts and know how to negotiate financial matters. In addition to these training or skills offers, there are tax law, leadership, personal development and any other training that falls within the framework of entrepreneurial capacity building. The general remark is that women are not representative in the sample which means that suddenly in all training, they are less represented than men Technical or intangible support

Technical support enables beneficiaries to acquire skills to set up their businesses, as pointed out by Borges et al. (2005), and Sammut (2003), support allows business creators to access useful information and acquire the knowledge allowing their projects to mature and bring them to fruition.

Thus, graph II showing the distribution of beneficiaries according to the skills acquired contributing to their employability shows that more than 80% of those affected by the survey have acquired skills in terms of setting up a business plan and setting up a business, business management and marketing. These marketing and financial education skills could help those who start and will start their businesses manage them better. The importance of these skills is no longer to be demonstrated in the management of a business because to create it is one thing and the other thing is to manage it so that it is perpetuated. According to the studies carried out by the Agence Pour la Création d'Entreprise (APCE, 1998), the approach chosen to prepare the entrepreneurial project will determine the survival of the young company.

6.3 FINANCIAL SUPPORT

Financial support, which is all the grants, loans and prize-winners acquired as part of the support of the young entrepreneur. According to Chart 1 only 44.65% received funding. This reflects the insufficient funding for entrepreneurial support. Thus, according to many of the beneficiaries of entrepreneurship support structures, the major difficulty encountered is that of financing either to start their activities or to strengthen the capacity of their businesses.

Ultimately all the young beneficiaries are unanimous that the support structures for entrepreneurship contribute to the socio-economic development of young people. By analyzing the responses of these young beneficiaries in relation to the achievements, we can affirm with them that many achievements have been made with the support structures but many challenges remain to be overcome. So summarized, these young beneficiaries have acquired knowledge and skills ranging from openness, entrepreneurship, business creation, business management, marketing to better sell their products and services and how to move their businesses forward. Other young people, thanks to the support of support structures, have been able to make their businesses more competitive and hire other young people and have them declared to the National Social Security Fund (CNSS). Also, we can say with Fillion (1991) that *"entrepreneurship is the process by which people realize that owning their own business is a viable option or solution; these people think of businesses they could start, realize the steps to be taken to become an entrepreneur, and get started in setting up and starting a business"*. The European Communities Commission (2006) declares that *"entrepreneurship is a key skill for growth, employment and fulfillment"*.

If we consider the capacity of 30 private entrepreneurship support structures outside the business house and state structures such as AFP / PME, Burkina Start-up the Ministry in charge of youth and the promotion of youth entrepreneurship. And according to Kyélem *"Burkina Faso is a country whose human capital is the essential resource and the driving force of development. And the development of this capital depends on education and training through an education system perfectly adapted to the economic and social realities of the country to be able to ensure its development"*. It is therefore necessary to put in the material and human resources sufficient and efficient to reach the maximum number of young people.

6.4 THE MOTIVATIONS OF YOUNG PEOPLE TO GO TO THESE STRUCTURES

Two types of motivations are generally distinguished and lead to two types of entrepreneurs and entrepreneurship. The so-called pull motivations (from the verb "to pull" in English), such as the need for independence, achievement, the search for autonomy, freedom, recognition, status, the desire to challenge, to gain money, to take up challenges, come from rather positive factors. Equipped with these pull motivations, the concerned entrepreneurs engage in an entrepreneurial opportunity.

The second type of motivation is qualified as push (from the verb "to push" in English), often involves individuals in an entrepreneurship of necessity or service. Speaking of the motivations in our study, what must have pushed young people towards support structures is, among other things, the desire to find a job, to acquire knowledge and skills in entrepreneurship, to create a business. Thus, according to Table VI (44.03% declared that it is the desire to create a business that led them to their support structures for entrepreneurship for 35.85% it is the desire to acquire knowledge and skills and 9.43% said that it is the desire to find a job that leads them to these structures but 10.69% said that other reasons led them to them). If we analyze the motivations of the different beneficiaries we can say that the majority of respondents were aware that they had to create their own businesses and that they had to seek support to achieve their goal. This is why we agree with Giroux (2007: 7) that *"the creation of a company must be part of a positive dynamic from the training and not appear as a late solution for unemployed students in a situation of failure in relation to their integration into economic society"*.

And for some, it is necessary to acquire knowledge and skills in entrepreneurship through these support structures in order to start a business sooner or later. We have indeed seen young people in these structures attending training sessions in entrepreneurship. Certainly they have their reasons, either to prepare to undertake in the event of failure in recruiting for salaried work or even after the success to consider undertaking later. The reality is that to get a job you have to get up early so everyone is about to take on the hard work of finding jobs.

6.5 ARE THE SUPPORT STRUCTURES NON-FORMAL EDUCATION DEVICES ?

When analyzing the responses to the question of whether support structures are non-formal education devices, the tendency is that they do indeed constitute non-formal education devices. Because they offer learning opportunities through training, advice or coaching and allow young people to acquire entrepreneurial skills for self-employment. Also, through the various fablabs of certain structures, educational activities are carried out, such as "Jerry school Faso" of wakat lab. According to the manager, this activity is a purely educational activity

"which is in fact the recovery of old computer science materials with which we repackage in cans with children from primary school to allow children to demystify the computer tool and to build their own computers from the different components of the central unit. This allows them to put themselves in the shoes of a manufacturer and to better understand the operation of this digital tool which is the central unit which is the basis of the operation, of the use of the digital tool. It is a fun workshop that allows them to understand the process of the central unit, to discover another universe".

According to the head of Béoogolab *"the structures are places for learning the entrepreneurial profession, in the informal sector if someone wants to learn to trade they will stay with a large trader to learn. Now these structures are places of learning and support for young people leaders not only to acquire skills but also financial support to start their business".*

So ultimately, these structures are structures that complement the shortfall in the formal education system to give this entrepreneurial education to young people who want to be entrepreneurial or self-employed.

7 CONCLUSION

The analysis of support structures for self-employment and their actions allowed us to know the mode of operation of these structures and to determine the impacts of these actions on the socio-professional integration of young people. Thus, we have set ourselves the objective of determining the contribution of the support of these entrepreneurial structures to the self-employment of young people in the central region.

At the end of our investigations, we arrived at the results according to which, the technical or non-financial support of these structures allows young people to acquire entrepreneurial skills and their financial support promotes the creation of young businesses. Technical support enabled more than 80% of our respondents to acquire skills ranging from setting up a business plan through creation, business management, marketing and financial education. These acquired skills have enabled many of them to set up their businesses without obtaining financial support from their support structure. These results show the importance given to the acquisition of skills because 56.04% were able to start their business without receiving funding. They were able to benefit from counseling support training. This is not to say that funding is not important but it is to return to the theory of capital which emphasizes the formation of this capital if we expect to obtain better results or returns.

The fundamental problem with this study is that despite the projects and programs to promote self-employment, few young people are interested in them and few sustainable businesses are created; hence the birth of support structures to promote entrepreneurship as stated by Antoine de Saint-Exupéry *"The future is not about predicting it, but making it possible"*.

REFERENCES

- [1] Baba-Moussa, A. R. (2002). Education and Development in Benin, the role of non-formal education systems, the case of youth associations, Doctoral Thesis, Grenoble II.
- [2] Chabaud, D., & Degeorge, J-M (2016). To grow or not to grow: a question of leadership? *Entrepreneurship & Innovation*, 1 (28), 18-27.
- [3] Fillion, L. J. (1991). Vision and relationships: keys to successful entrepreneurship, Cap rouge, Qc, Entrepreneur's Edition.
- [4] Fortin, P-A. (2001). Entrepreneurial culture and poverty. Agence Universitaire de la Francophonie, Institute of the Francophonie for entrepreneurship.
- [5] Fortin, P-A. (2002). Entrepreneurial culture, an antidote to poverty, Les Éditions Transcontinental inc., Les Éditions de la Fondation de l'Entrepreneurship. 248 p.
- [6] Gouda, S. (1986). Organizational analysis of APS in a black African country: Benin, STAPS PhD thesis, Université Grenoble I.
- [7] Ki Zerbo, J. (1990). To educate or perish, Paris: UNESCO-UNICEF: Ed. Harmattan.
- [8] Kyelem, M. (2009). The reform of the education system and the democratization of education in Burkina Faso, Public ethics DOI: 10.400.
- [9] Lejeune, C. and Derriennic, H. (1996). Supporting artisan and micro-entrepreneur projects in Africa: reflections on methods and tools, manual for facilitators, Paris: Edition l'Harmattan, 207p.
- [10] Mincer, J. (1974). Schooling, Experience and Earnings, New York: National Bureau of Economic Research.
- [11] Psacharopoulos, G. (1994). Returns to Investment in Education: A Global Update. *World Development*, Vol 22; n ° 9, pp. 1325-1343.
- [12] Zoumba, N. B. (2018). Entrepreneurship by necessity and by opportunity: an attempt at understanding in the context of Burkina Faso. Doctoral thesis in Management, Université Paris-Es.

Caractéristiques physiques, qualité technologique et composition proximale des œufs de pintades Bonaparte du Bénin élevées avec ou sans accès au parcours extérieur

[Physical traits, technological quality and proximate composition of eggs of Bonaparte guinea fowl of Benin reared with or without outdoor access]

Tougan P. Ulbad^{1,2}, Domingo I. Anaïs³, Pomalegni B. Charles⁴, Pitale Wéré³, Osseyi G. Elolo³, and Théwis André²

¹Département de Nutrition et Sciences Agro-Alimentaires de la Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, BP 2760, Abomey-Calavi, Benin

²Unité de Nutrition et d'Ingénierie des Productions Animales de Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège, Belgium

³Centre d'Excellence Regional sur les Sciences Aviaires (CERSA-UL), Université de Lomé, Togo

⁴Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, 01 BP 884, Cotonou 01, 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 local guinea fowl population of Benin is characterized by a diversity of varieties including Bonaparte reared according to different production systems. The study aims to assess the impact of guinea fowl rearing with or without outdoor access on the egg quality. Therefore, 120 fresh new laid eggs collected from 30 weeks old guinea fowl, of which 60 eggs produced under confinement rearing without outdoor access (lot1) and 60 produced under confinement rearing with outdoor access (lot2) were used for the study. The physical, technological and nutritional parameters of each egg were then evaluated by lot. It appears that the production system had significantly affected the egg shell thickness, the shell weight, the yolk diameter, the intensity of the yolk yellowness index, the yolk hue value and the yolk chromacity value, the yolk percentage, the egg shape index and the albumin percentage ($P < 0.05$). The technological parameters of the eggs were not affected by the production system ($p > 0.05$). Nutritionally, the eggs of the lot 2 were richer in protein (13.81% vs. 13.24%) and total minerals (0.96% vs. 0.92%) than those from the lot 1 ($P < 0.05$). In contrast, the eggs from lot 1 had recorded the highest fat content (11.8% vs. 11.2%; $P < 0.05$). Significant strong positive correlations were found between the physicochemical and technological parameters of the eggs regardless of the lot ($0.81 \leq r \leq 0.97$; $P < 0.001$). In conclusion, the breeding of local guinea fowl with herbaceous outdoor access improves the guinea fowl egg quality.

KEYWORDS: Benin, breeding, *Numida meleagris*, egg, food security, quality.

RESUME: La population locale de pintade du Bénin est caractérisée par une diversité de variétés dont la Bonaparte exploitées selon différents systèmes de production. L'étude vise à évaluer l'impact de l'élevage des pintades avec accès ou non au parcours extérieur, sur la qualité des œufs. Pour ce faire, 120 œufs frais de pintades âgées de 30 semaines dont 60 issus d'élevage en claustration sans accès au parcours extérieur (lot1) et 60 issus d'élevage avec accès au parcours extérieur (lot2) ont été utilisés pour l'étude. Les paramètres physiques, technologiques et nutritionnels des œufs ont été ensuite évalués par lot. Il en ressort que le système de production a affecté significativement l'épaisseur de la coquille, le poids de la coquille, le diamètre du jaune, l'intensité du jaune à l'échelle Roch, l'indice du jaune de la vitelline, la teinte et la chromacité du jaune d'œuf, le pourcentage du jaune, l'indice de forme de l'œuf et le pourcentage du blanc ($P < 0.05$). Les paramètres technologiques des œufs n'ont pas varié selon le lot ($p > 0.05$). Sur le plan nutritionnel, les œufs du lot2 étaient plus riches en protéine (13,81% vs 13,24%) et en minéraux totaux (0,96% vs 0,92%) que ceux du lot 1 ($P < 0.05$). En revanche, les œufs du lot1 avaient les plus fortes teneurs en matières grasses (11,8% vs 11,2%; $P < 0.05$). Des corrélations positives significatives ont été enregistrées entre les paramètres physico-chimiques et technologiques des œufs quel que soit le lot ($0,81 \leq r \leq 0,97$; $P < 0,001$). En conclusion, l'élevage des pintades locales avec accès au parcours herbacé améliore la qualité des œufs.

MOTS-CLEFS: Bénin, élevage, *Numida meleagris*, ovoproduits, qualité, sécurité alimentaire.

1 INTRODUCTION

Lors du Sommet mondial de l'alimentation de 1996 tenu au Siège de la FAO à Rome (Italie), la sécurité alimentaire a été définie de la façon suivante: "la sécurité alimentaire existe lorsque tous les êtres humains ont, à tout moment, un accès physique et économique à une nourriture suffisante, saine et nutritive leur permettant de satisfaire leurs besoins énergétiques et leurs préférences alimentaires pour mener une vie saine et active." L'analyse de la sécurité alimentaire repose sur trois piliers: les disponibilités alimentaires, l'accès à l'alimentation et l'utilisation des aliments [1]. Ces définitions montrent que la sécurité alimentaire constitue un défi majeur pour les pays de l'Afrique subsaharienne. Ces derniers affectés par la pandémie actuelle de la COVID-19 sont de plus en plus confrontés à la baisse de la disponibilité des matières premières et la chute de l'accessibilité alimentaire et des échanges internationaux [2]. Les mesures de protection essentielles recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé [3], pour limiter la propagation du Coronavirus SARS-CoV-2 caractérisées par la suppression des contacts physiques, des déplacements et voyages, la mise en quarantaine, le confinement, la fermeture des frontières de nombreux pays, engendreront une baisse de la productivité des ménages qui aggravera l'insécurité alimentaire déjà existante [2]. Face à cette situation, il s'impose d'accroître la production agricole en l'occurrence la productivité et la production des ressources animales. A cet effet, un grand intérêt doit être porté au développement des espèces à cycle court dans les stratégies d'autosuffisance alimentaire élaborées par les pouvoirs publics.

Au Bénin, le gouvernement a opté dans le cadre de son programme de stratégie de réduction de la pauvreté et de sécurité alimentaire, pour un ensemble de solutions dont la promotion des productions animales basée sur le développement des espèces animales à cycle court dont la pintade locale. A cet effet, la méléagriculture a reçu une attention particulière pour la facilité relative de sa pratique et la forte prolificité des oiseaux. La méléagriculture occupe dès lors une place importante dans les activités agricoles, économiques et sociales du Bénin. Les motivations pour la pratique de la méléagriculture sont notamment la génération de revenus et l'autoconsommation [4], [5], [6], [7]. L'élevage de la pintade occupe la 3^{ème} place après le poulet et le canard en termes d'effectif et d'éleveurs concernés ([8], [9]). La pintade est élevée pour la qualité organoleptique exceptionnelle de sa viande et de ses œufs. Malgré cette motivation, l'élevage de la pintade est handicapé par des facteurs génétiques et non génétiques en l'occurrence, le mode d'élevage [10], [11], [12], [13], [14]. Ces facteurs génétiques et non génétiques peuvent affecter non seulement la productivité des pintades mais aussi la qualité des œufs [15], [16], [17], [18], [19]. Une meilleure connaissance de l'impact de ces facteurs de variation est nécessaire pour améliorer les performances zootechniques et la qualité des œufs de pintades au Bénin.

C'est dans ce contexte que la présente étude a été initiée et vise en général à évaluer l'influence du système de production sur la qualité des œufs de pintades locale de variété Bonaparte produits au Bénin.

Spécifiquement, il s'agit de:

- Comparer les caractéristiques physiques et technologiques des œufs de pintades locale de souche Bonaparte du Bénin élevées avec ou sans accès au parcours extérieur;
- Déterminer la composition physicochimique proximale des œufs de pintades locale de souche Bonaparte du Bénin élevées avec ou sans accès au parcours extérieur;
- Analyser les relations qui existent entre les paramètres physiques, technologiques et nutritionnels des œufs.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 CADRE DE L'ÉTUDE

L'étude a été réalisée à la ferme Mayamido de Parakou dans le Département du Borgou et à l'unité de Qualité et Sécurité des produits Agro-Alimentaires de la Faculté d'Agronomie à l'Université de Parakou au Bénin.

La ville de Parakou, 1^{er} arrondissement de la Commune de Parakou situé dans le Département du Borgou, est repérable selon les coordonnées géographiques 9°21' de latitude Nord et 2°37' de longitude Est, et s'étend sur une superficie de 441 km² avec une population de 255478 habitants [20]. La densité de la population de Parakou est de 339,7 habitants/km².

Le Département du Borgou situé au Nord-Est du pays, est caractérisé par le climat tropical (type soudanien) marqué par des températures plus élevées avec une amplitude thermique journalière pouvant atteindre 10 °C, des minima en août (16°C – 21°C) et des maxima en mars (28°C - 37°C), des précipitations annuelles plus faibles (entre 900 mm et 1100 mm) et l'alternance de deux saisons, l'une sèche (novembre - début mai) et l'autre pluvieuse (mai - octobre). L'humidité relative est de 70% en moyenne. C'est une zone de production agricole surtout d'élevage en raison de la faible humidité relative. Les volailles, les ovins, les caprins, les bovins y sont plus nombreux et de plus grandes tailles.

2.2 MÉTHODOLOGIE

2.2.1 ELEVAGE DES PINTADES

Le matériel animal utilisé dans la présente étude était constitué de 160 pintadeaux de variété Bonaparte âgés de deux mois d'âge. Ces pintadeaux ont été répartis en deux lots (lot1 et lot2). Les oiseaux du lot 1 ont été élevés en claustration sans accès au parcours extérieur. Par contre, les oiseaux du lot 2 ont été élevés en claustration avec accès au parcours extérieur. En élevage en claustration sans accès au parcours extérieur, tous les animaux du lot1 ont été nourris avec les mêmes aliments. Au total, deux types d'aliments (tableau 1) ont été utilisés: aliment de croissance et ponte de teneur en énergie métabolisable respective de 2900 et de 2750 kcal/EM /kg d'aliment et de teneur en protéine brute respective de 18,67% et 13%. L'aliment de croissance a été utilisé du 2^{ème} mois à l'entrée en ponte (24 semaines) et celui de ponte du démarrage de la ponte à la fin de l'expérimentation. Les formules alimentaires ont été mises au point à partir du logiciel Excel en ajustant les apports aux besoins requis pour chaque période de croissance ou de production. Ces formules ont été élaborées à partir des besoins théoriques répertoriés dans les tableaux alimentaires. Les animaux ont été nourris *ad libitum* tout au long de l'étude. Une transition alimentaire a été faite entre les différentes phases sur trois jours par incorporation graduelle à l'aliment à renouveler, respectivement 25, 50 et 75% de la nouvelle ration.

Quant aux animaux du lot 2 élevés en claustration avec accès au parcours extérieur, tous les animaux ont été nourris avec les mêmes aliments que les animaux du lot 1. Toutefois, les animaux du lot 2 bénéficient d'un parcours extérieurs couverts d'herbes où ils divaguent en journée après le service de la ration alimentaire journalière. La composition bromatologique des rations alimentaires utilisées est consignée dans le tableau 1.

L'habitat utilisé pour abriter les pintades dans l'étude est composé de deux bâtiments d'élevage de 24 m² divisés en des compartiments de 6m² à l'aide de grillages dans lesquels les oiseaux répartis en lots (4 répétitions) ont été élevés. Le toit des bâtiments est fait de feuilles de tôles ondulées en aluminium. Le sol est cimenté et les murs de 90 cm de hauteur, sont surmontés de grillage. La litière est constituée de copeaux de bois de 15 cm d'épaisseur. A l'entrée de chaque bâtiment, un pédiluve à base de solution de crésyl a été installé pour désinfecter les pieds à chaque entrée.

Tableau 1. Composition des rations alimentaires utilisées

Ingrédients (%)	Aliment de la phase de Croissance	Aliment de la phase de Ponte
Maïs	59,08	59,8
Soja toasté	6,6	11,7
Tourteau de Soja	14,26	12,8
Tourteau de Coton	9	3
Farine de poisson	5	0
Lysine HCL	0,37	0,2
DL-méthionine	0,36	0,4
Huile de palme	1	0
Phosphate bi-calcique	0,07	2,4
Coquille d'huître	0,89	8,7
Sel (NaCl)	0,18	0,2
Pré-mix	2,94	0
Concentré Minéral Vitaminé (C.M.V.)	0,25	0,2
Composition nutritionnelle		
Énergie Métabolisable (kcal/kg)	2900	2750
Lysine (%)	1,29	0,9
Méthionine (%)	0,64	0,5
Méthionine+ Cystine (%)	1,06	0,4
Calcium (%)	1,02	4
Phosphore disponible (%)	0,49	0,6
Sodium (%)	0,2	0,18
Matière Grasse (%)	6,56	15,3
Protéine Brut (%)	18,67	13
Cellulose brute	7,1	6,2

2.2.2 COLLECTE DES ŒUFS

La collecte des œufs des pintades femelles Bonaparte (Figure 1) a été réalisée au niveau des deux lots d'étude à partir de 30 semaines d'âge. Au total 120 œufs frais ont été collectés dans la matinée à raison de 60 œufs par lot et utilisés dans le cadre de cette étude.



Fig. 1. *Pintades locales de variété Bonaparte*

2.2.3 COLLECTE DES DONNÉES

Les données collectées dans cette étude sont relatives aux caractéristiques physique, la qualité et à la composition proximale des œufs par lot.

Par rapport aux caractéristiques physiques, le poids de l'œuf entier, le poids du blanc d'œuf, le poids du jaune d'œuf et le poids de la coquille ont été déterminés à l'aide d'une balance KERN 770 de 100 g d'une précision de 1 g. La longueur de l'œuf, la largeur de l'œuf, l'épaisseur de la coquille, le diamètre du jaune ont été mesurés à l'aide d'un pied coulissant digital (précision 0.01 mm) de marque Stainless Hardened. L'épaisseur du blanc et celle du jaune ont été mesurées à l'aide d'un trépied digital de précision 0.01 mm. Les indices de forme de l'œuf et du jaune d'œuf ont été calculés par rapport à leur largeur respective sur leur longueur multipliée par 100. Les pourcentages des différents composants (jaune d'œuf, blanc d'œuf, coquille) de l'œuf par rapport au poids de l'œuf entier sont calculés. Le volume de l'œuf a été déterminé selon l'équation de la formule 1 décrite par Hoyt [21].

$$\text{Formule 1: Volume de l'œuf (cm}^3\text{)} = 0,51 \times \text{longueur de l'œuf (cm)} \times [(\text{largeur de l'œuf (cm)})]^2$$

La gravité spécifique de l'œuf a été déterminée selon l'équation de la formule 2 [18], [19].

$$\text{Formule 2: Gravité spécifique (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{poids de l'œuf (g)}}{\text{volume de l'œuf (cm}^3\text{)}}$$

Sur le plan technologique, le pH du blanc d'œuf, le pH du jaune d'œuf, l'intensité du jaune à l'échelle Roch et l'unité Haugh ont été enregistrés. Les mesures de pH ont été réalisées à l'aide d'un pH-mètre (marque HANNA) muni d'une sonde spécialisée. Cet appareil a été calibré avec deux étalons pH-mètre: pH=4,1 et pH= 7,1 suivant un mode opératoire fourni par le fabricant (HANNA Instrument °, Italie).

La couleur a été déterminée selon les normes du Comité International d'Eclairage (CIE) à l'aide d'un colorimètre CR-400 dans le système trichromatique (CIELAB L* a* b*) après étalonnage de l'appareil. L* correspond à la luminosité, a* à l'indice du rouge et b* à l'indice du jaune. Pour chaque mesure, 6 répétitions ont été réalisées. La saturation ou Chroma (C) et la teinte (h) ont été déterminées respectivement suivant les formules 3 et 4 [18], [19].

$$\text{Formule 3: Chroma} = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$\text{Formule 4: Hue} = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right)$$

L'Unité Haugh (HU) est calculée selon l'équation de la formule 5 décrite par Haugh [19].

$$\text{Formule 5: HU} = 100 \times \log (Hb - 1,7W^{0,37} + 07,57)$$

Avec Hb = hauteur de l'albumen épais et W = poids de l'œuf entier.

Sur le plan nutritionnel, les teneurs en matières sèches, en cendres, en matières grasses et en protéines de l'œuf ont été déterminées par lot selon les procédures normalisées recommandées par l'AOAC [22].

2.3 ANALYSES STATISTIQUES

Les données collectées ont été analysées avec le logiciel Statistical Analysis System (SAS 9.2). La procédure des Modèles Linéaires Généralisée (Proc GLM) a été utilisée pour l'analyse de variance. Le système de production a été utilisé comme source de variation. La signification de l'effet du mode de production a été déterminée par le test de T. Le seuil de différence significative utilisé est 5%. Les corrélations entre les caractéristiques physiques et la qualité technologique des œufs ont été déterminées en utilisant la procédure *proc corr* du SAS. Les valeurs moyennes des différents paramètres ont été exprimées sous forme de moyenne plus ou moins erreur standard.

3 RESULTATS

3.1 VARIABILITÉ DES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET LA QUALITÉ INTERNE DES ŒUFS

La variabilité des caractéristiques physiques et la qualité interne des œufs de pintade en relation avec le mode d'élevage sont présentées dans le tableau 2. En dehors de l'épaisseur, du poids et du pourcentage de la coquille, du diamètre et de l'intensité du jaune, l'indice du jaune, la teinte et la chroma du jaune d'œuf, l'indice de forme, et le pourcentage du blanc et du jaune d'œuf qui ont été affectés significativement par le mode d'élevage, les autres paramètres de la composition physique et de la qualité technologique des œufs étudiés n'ont pas varié significativement en fonction du mode d'élevage des pintades ($p > 0,05$). En effet, l'épaisseur de la coquille des œufs de pintades élevées selon le mode d'élevage en claustration sans accès au parcours extérieur (0,53 mm), est significativement plus élevée ($p < 0,01$) que celle des œufs de pintades élevées selon le mode d'élevage en claustration avec accès au parcours extérieur (0,48 mm). Le poids de la coquille a également présenté la valeur la plus élevée ($p < 0,05$) chez les pintades du lot 1 (7,32 g) comparativement à celle enregistrée chez les pintades du lot 2 (6,64 g). De même, le pourcentage de la coquille des œufs de pintades sans accès au parcours extérieur (16,03%) est significativement plus élevé ($p < 0,001$) que celui des œufs de pintades élevées avec accès au parcours extérieur (14,67%). Par contre, l'intensité du jaune à l'échelle Roch des œufs de pintades élevées selon le mode d'élevage en claustration avec accès au parcours extérieur (10,75) est très significativement plus élevée ($p < 0,001$) que celui obtenu chez les œufs de pintades élevées en claustration sans accès au parcours extérieur (3,66). Cependant, le diamètre du jaune de l'œuf des pintades du lot 1 (45,24 mm) est significativement plus élevé ($p < 0,001$) que celui des œufs des pintades du lot 2 (41,97 mm). Les œufs de pintades du lot 1 ont présenté un indice de la forme de l'œuf de 78,22 contre 76,51 enregistré chez les œufs de pintades du lot 2 ($p < 0,05$). Par ailleurs, le pourcentage du blanc de l'œuf est de 53,84% chez les œufs de pintades élevées en claustration avec accès au parcours extérieur contre 51,03% chez les pintades élevées en claustration sans accès au parcours extérieur ($p < 0,001$). En revanche, le pourcentage du jaune de l'œuf des pintades élevées en claustration sans accès au parcours extérieur (32,92%) est plus élevé ($p < 0,05$) que celui des œufs de pintades élevées en claustration avec accès au parcours extérieur (31,4%). En outre, l'indice du jaune, la teinte et la chroma du jaune d'œuf ont été affectés par le mode d'élevage avec les plus fortes valeurs de l'indice du jaune d'œuf et de la chroma du jaune d'œuf enregistrées chez les pintades élevées en claustration avec accès au parcours extérieur. Toutefois, la plus forte teinte du jaune d'œuf été notée chez les pintades élevées en claustration sans accès au parcours extérieur.

Tableau 2. Effet du mode d'élevage sur les caractéristiques physiques et la qualité interne des œufs de pintade

Variables	Lot 1		Lot 2		Effet du mode d'élevage
	Moyenne	ES	Moyenne	ES	
Poids de l'œuf (g)	45,60	0,68	45,25	0,63	NS
Longueur (cm)	5,07	0,03	5,14	0,03	NS
Hauteur (cm)	3,96	0,02	3,93	0,02	NS
Epaisseur de la coquille (mm)	0,53	0,01	0,48	0,01	**
Poids jaune d'œuf (g)	15,00	0,23	14,25	0,28	NS
Poids blanc d'œuf (g)	23,27	0,43	24,35	0,40	NS
Poids coquille (g)	7,32	0,22	6,64	0,12	*
Epaisseur blanc d'œuf (mm)	4,92	0,17	5,25	0,18	NS
Epaisseur jaune d'œuf (mm)	14,74	0,34	14,75	0,25	NS
Diamètre jaune d'œuf (mm)	45,24	0,67	41,97	0,49	***
Pourcentage de la coquille de l'œuf (%)	16,03	0,35	14,67	0,17	**
Pourcentage du blanc d'œuf (%)	51,03	0,55	53,84	0,55	**

Pourcentage du jaune d'œuf (%)	32,92	0,44	31,48	0,40	*
pH blanc d'œuf	8,80	0,05	8,70	0,06	NS
pH jaune d'œuf	6,39	0,02	6,42	0,04	NS
Intensité du jaune d'œuf à l'échelle Roch	3,66	0,27	10,75	0,25	***
Luminance du jaune	58,68	1,75	57,7	1,83	NS
Indice du rouge du jaune d'œuf	8,08	0,92	6,79	0,95	NS
Indice du jaune du jaune d'œuf	24,4	1,57	33,7	1,59	**
Teinte du jaune	20,66	1,35	11,49	1,28	***
Chroma du jaune	25,71	1,65	34,8	1,48	***
Indice de forme de l'œuf	78,22	0,53	76,51	0,40	*
Indice de forme du jaune d'œuf	32,79	1,10	35,25	0,83	NS
Gravité spécifique de l'œuf (g/cm ³)	1,11	0,004	1,11	0,005	NS
Unité Haugh	73,85	1,29	76,51	1,30	NS
Volume de l'œuf (cm ³)	40,74	0,63	40,74	0,66	NS

NS: Non Significatif ($P>0,05$); * $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$. ES: Erreur Standard.

3.2 VARIABILITÉ DE LA COMPOSITION PROXIMALE DES ŒUFS DE PINTADE EN RELATION AVEC LE MODE D'ÉLEVAGE

La variabilité de la composition proximale des œufs de pintade en relation avec le mode d'élevage (avec ou sans accès au parcours extérieur) sont présentées dans le tableau 3. En dehors de la teneur en matières sèches qui n'a pas varié significativement en fonction du mode d'élevage des pintades ($p>0,05$), les autres paramètres nutritionnels ont été affectés par le mode de production. En effet, les teneurs en protéine et en minéraux totaux des œufs de pintades élevées avec accès au parcours herbacé extérieur, ont été significativement plus élevées que celles enregistrées au niveau des œufs de pintades élevées sans accès au parcours herbacé extérieur ($p<0,05$). En revanche, la plus forte teneur en matières grasses des œufs a été notée dans les œufs de pintades élevées sans accès au parcours herbacé extérieur ($p<0,05$).

Tableau 3. Effet du mode d'élevage sur la composition proximale des œufs de pintade

Variables	Lot 1		Lot 2		Effet du mode d'élevage
	Moyenne	ES	Moyenne	ES	
Teneur en MS	26,32	0,18	26,54	0,21	NS
Teneur en Protéines	13,24	0,12	13,81	0,2	**
Teneur en matière grasse	11,8	0,32	11,2	0,23	*
Teneur en cendres (minéraux totaux)	0,92	0,01	0,96	0,01	*

NS: Non Significatif ($P>0,05$); * $P<0,05$; ** $P<0,01$; ES: Erreur Standard.

3.3 CORRÉLATION ENTRE LES PARAMÈTRES DES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET LA QUALITÉ INTERNE DES ŒUFS DE PINTADE DU LOT 1

Les corrélations entre les paramètres des caractéristiques physiques et de la qualité interne des œufs de pintades élevées selon le mode d'élevage moderne sont présentées dans le tableau 4. Il en ressort que le poids de l'œuf est fortement et positivement corrélé avec la hauteur de l'œuf, le poids du blanc de l'œuf, le pH du jaune de l'œuf, et le volume de l'œuf ($0,81 \leq r \leq 0,97$; $p<0,001$), moyennement et positivement corrélé avec la longueur de l'œuf et le poids du coquille de l'œuf ($r = 0,73$; $r = 0,76$; $p<0,01$), faiblement et positivement associé à l'épaisseur de la coquille de l'œuf et au poids du jaune de l'œuf ($r = 0,55$; $r = 0,64$; $p<0,05$), mais faiblement et négativement corrélé avec le pH du blanc de l'œuf ($r = -0,56$; $p<0,05$). D'autre part, la longueur de l'œuf est moyennement et positivement associée au poids du jaune de l'œuf, l'épaisseur du blanc de l'œuf, le pH du jaune de l'œuf et le volume de l'œuf ($0,67 \leq r \leq 0,76$; $p<0,01$), faiblement et positivement liée au poids de la coquille de l'œuf et à l'unité Haugh ($r = 0,52$; $r = 0,61$; $p<0,05$), mais faiblement et négativement associé à l'indice de forme de l'œuf ($r = -0,62$; $p<0,05$). La hauteur de l'œuf est fortement et positivement corrélée avec le poids du blanc de l'œuf et le volume de l'œuf ($r = 0,89$; $r = 0,92$; $p<0,001$), moyennement et négativement corrélée avec le pH du blanc de l'œuf ($r = -0,65$; $p<0,01$), et faiblement et positivement associée à l'épaisseur de la coquille de l'œuf, au poids de la coquille de l'œuf et au pH du jaune de l'œuf ($0,54 \leq r \leq 0,62$; $p<0,05$).

L'épaisseur de la coquille est moyennement et positivement corrélée avec le poids de la coquille de l'œuf ($r = 0,69$; $p<0,01$), moyennement et négativement associée à l'intensité du jaune de l'œuf à l'échelle Roch ($r = -0,70$; $p<0,01$), et faiblement et positivement corrélée avec le pH du jaune de l'œuf, et le volume ($0,56 \leq r \leq 0,6$; $p<0,05$). Le poids du jaune de l'œuf est faiblement et positivement

corrélé avec le poids de la coquille de l'œuf, le pH du jaune de l'œuf et le volume de l'œuf ($0,51 \leq r \leq 0,61$; $p < 0,05$). De même, le poids du blanc de l'œuf est fortement et positivement associé au volume de l'œuf ($r = 0,88$; $p < 0,001$), et faiblement et positivement associé à l'épaisseur du blanc de l'œuf et au pH du jaune de l'œuf ($r = 0,54$; $p < 0,05$). Par ailleurs, l'épaisseur du blanc de l'œuf est fortement et positivement corrélée avec l'unité Haugh ($r = 0,97$; $p < 0,001$), faiblement positivement associé au le volume de l'œuf ($r = 0,52$; $p < 0,05$), et faiblement et négativement associé à la gravité spécifique de l'œuf ($r = -0,51$; $p < 0,05$). De même, l'épaisseur du jaune de l'œuf est fortement et positivement corrélée avec l'indice de forme du jaune de l'œuf ($r = 0,94$; $p < 0,001$), mais moyennement et négativement associé au diamètre du jaune de l'œuf ($r = -0,68$; $p < 0,01$).

Le pH du blanc de l'œuf est faiblement et négativement associé au volume de l'œuf ($r = -0,51$; $p < 0,05$). Par contre, le pH du jaune de l'œuf est moyennement et positivement corrélé avec le volume de l'œuf ($r = 0,77$; $p < 0,01$), faiblement et négativement associé à l'intensité du jaune de l'œuf à l'échelle Roch ($r = -0,55$; $p < 0,05$). Cependant, la gravité spécifique de l'œuf est faiblement et négativement associée à l'unité Haugh ($r = -0,54$; $p < 0,05$).

Tableau 4. Corrélation entre les caractéristiques physiques et la qualité interne des œufs issus du lot 1

Variables	POeuf	LONG	HAUT	EPCQ	PJA	PBL	PCQ	EPBL	EPJA	DJA	PHBL	PHJA	YCF	Indice-F	Indice-J	GSO	HU	Vol
POeuf	1																	
LONG	0,73**	1																
HAUT	0,88***	0,39 ^{NS}	1															
EPCQ	0,55*	0,47 ^{NS}	0,54*	1														
PJA	0,64*	0,67**	0,30 ^{NS}	0,19 ^{NS}	1													
PBL	0,81***	0,50 ^{NS}	0,89***	0,39 ^{NS}	0,15 ^{NS}	1												
PCQ	0,76**	0,52*	0,62*	0,69**	0,57*	0,36 ^{NS}	1											
EPBL	0,42 ^{NS}	0,72**	0,29 ^{NS}	0,31 ^{NS}	0,05 ^{NS}	0,54*	0,16 ^{NS}	1										
EPJA	0,26 ^{NS}	0,00 ^{NS}	0,20 ^{NS}	0,46 ^{NS}	0,20 ^{NS}	-0,06 ^{NS}	0,72**	-0,26 ^{NS}	1									
DJA	0,19 ^{NS}	0,51 ^{NS}	-0,02 ^{NS}	-0,35 ^{NS}	0,44 ^{NS}	0,14 ^{NS}	-0,16 ^{NS}	0,47 ^{NS}	-0,68**	1								
PHBL	-0,56*	-0,06 ^{NS}	-0,65**	-0,12 ^{NS}	-0,39 ^{NS}	0,42 ^{NS}	-0,47 ^{NS}	0,11 ^{NS}	-0,08 ^{NS}	-0,14 ^{NS}	1							
PHJA	0,85***	0,76**	0,61*	0,56*	0,61*	0,54*	0,86***	0,46 ^{NS}	0,44 ^{NS}	0,12 ^{NS}	-0,41 ^{NS}	1						
YCF	-0,36 ^{NS}	-0,24 ^{NS}	-0,39 ^{NS}	-0,70**	0,00 ^{NS}	-0,29 ^{NS}	-0,52*	-0,15 ^{NS}	-0,30 ^{NS}	0,32 ^{NS}	0,13 ^{NS}	-0,55*	1					
Indice-F	0,05 ^{NS}	-0,62*	0,47 ^{NS}	0,02 ^{NS}	-0,38 ^{NS}	0,27 ^{NS}	0,04 ^{NS}	-0,43 ^{NS}	0,18 ^{NS}	-0,52*	-0,49 ^{NS}	-0,20 ^{NS}	-0,10 ^{NS}	1				
Indice-J	0,10 ^{NS}	-0,22 ^{NS}	0,16 ^{NS}	0,46 ^{NS}	-0,07 ^{NS}	-0,08 ^{NS}	0,55*	-0,35 ^{NS}	0,94***	-0,87***	-0,01 ^{NS}	0,24 ^{NS}	-0,34 ^{NS}	0,37 ^{NS}	1			
GSO	-0,04 ^{NS}	-0,09 ^{NS}	-0,30 ^{NS}	-0,35 ^{NS}	0,46 ^{NS}	-0,44 ^{NS}	0,22 ^{NS}	-0,51*	0,47 ^{NS}	-0,07 ^{NS}	-0,14 ^{NS}	0,19 ^{NS}	0,20 ^{NS}	-0,17 ^{NS}	0,32 ^{NS}	1		
HU	0,21 ^{NS}	0,61*	0,10 ^{NS}	0,22 ^{NS}	-0,09 ^{NS}	0,39 ^{NS}	0,00 ^{NS}	0,97***	-0,32 ^{NS}	0,44 ^{NS}	0,28 ^{NS}	0,29 ^{NS}	-0,07 ^{NS}	-0,49 ^{NS}	-0,38 ^{NS}	-0,54*	1	
Vol	0,97***	0,72**	0,92***	0,60*	0,51*	0,88***	0,68**	0,52*	0,14 ^{NS}	0,20 ^{NS}	-0,51*	0,77**	-0,39 ^{NS}	0,08 ^{NS}	0,02 ^{NS}	-0,26 ^{NS}	0,33 ^{NS}	1

NS: Non Significatif ($P > 0,05$); *: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$; **P** Œuf: Poids de l'œuf (g); **LONG**: Longueur (cm); **HAUT**: Hauteur (cm); **EPCQ**: Epaisseur de la coquille (mm); **PJA**: Poids jaune d'œuf (g); **PBL**: Poids blanc d'œuf (g); **PCQ**: Poids coquille (g); **EPBL**: Epaisseur blanc d'œuf (mm); **EPJA**: Epaisseur jaune d'œuf (mm); **DJA**: Diamètre jaune d'œuf (mm); **PHBL**: pH blanc d'œuf; **PHJA**: pH jaune d'œuf; **YCF**: Intensité du jaune d'œuf à l'échelle Roch; **Indice-F**: Indice de forme de l'œuf; **Indice-J**: Indice de forme du jaune d'œuf; **GSO**: Gravité spécifique de l'œuf; **HU**: Unité Haugh; **Vol**: Volume de l'œuf (mm^3).

3.4 CORRÉLATION ENTRE LES PARAMÈTRES DES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET LA QUALITÉ INTERNE DES ŒUFS DE PINTADES DU LOT 2

Les corrélations entre les paramètres des caractéristiques physiques et de la qualité interne des œufs de pintades élevées en claustration avec accès au parcours extérieur sont présentées dans le tableau 5. En effet, le poids de l'œuf est fortement et positivement corrélé avec la longueur de l'œuf, la hauteur de l'œuf et le volume de l'œuf ($0,84 \leq r \leq 0,95$; $p < 0,001$), faiblement et positivement associé au poids du jaune de l'œuf et au poids de la coquille de l'œuf ($r = 0,75$; $r = 0,74$ $p < 0,05$). De même, la longueur de l'œuf est moyennement et positivement corrélée avec le poids du jaune de l'œuf, le poids de la coquille de l'œuf et le volume de l'œuf ($0,83 \leq r \leq 0,87$; $p < 0,01$), faiblement et positivement associé au poids du blanc de l'œuf ($r = 0,58$; $p < 0,05$). La hauteur de l'œuf est fortement et positivement corrélée avec le poids du blanc de l'œuf et le volume de l'œuf ($r = 0,92$; $r = 0,96$; $p < 0,001$), moyennement et négativement corrélée avec la gravité spécifique de l'œuf ($r = -0,79$; $p < 0,01$), faiblement et positivement associé au poids de la coquille de l'œuf ($r = 0,33$; $p < 0,05$). Cependant, l'épaisseur de la coquille est faiblement et positivement corrélée avec le poids de la coquille de l'œuf ($r = 0,67$; $p < 0,05$). De plus, le poids du jaune de l'œuf est fortement et positivement corrélé avec le poids de la coquille de l'œuf ($r = 0,89$; $p < 0,001$). Le poids du blanc de l'œuf est moyennement et positivement corrélé avec le volume de l'œuf ($r = 0,88$; $p < 0,01$), faiblement et négativement corrélé avec la gravité spécifique de l'œuf ($r = -0,67$; $p < 0,05$). De même, le poids de la coquille est faiblement et positivement associé au pourcentage de la coquille de l'œuf ($r = 0,71$; $p < 0,05$). De plus, l'épaisseur du blanc de l'œuf est fortement et positivement corrélée avec l'unité Haugh ($r = 0,98$ $p < 0,001$), moyennement et positivement corrélée avec l'épaisseur du jaune de l'œuf et l'indice de forme du jaune de l'œuf ($r = 0,85$; $r = 0,83$; $p < 0,01$). L'épaisseur du jaune de l'œuf est moyennement corrélée positivement avec l'indice de forme du jaune de l'œuf et l'unité Haugh ($r = 0,86$; $r = 0,81$; $p < 0,01$).

Quant au diamètre du jaune de l'œuf, il est faiblement associé négativement à l'intensité du jaune de l'œuf à l'échelle Roch ($r = -0,70$; $p < 0,05$). L'indice de forme de l'œuf est par contre faiblement et négativement associé à la gravité spécifique de l'œuf ($r = -0,62$; $p < 0,05$). L'indice de forme du jaune de l'œuf est aussi fortement corrélé positivement avec l'unité Haugh ($r = 0,84$; $p < 0,001$). Enfin, la gravité spécifique de l'œuf est faiblement et positivement associée au volume de l'œuf ($r = -0,64$; $p < 0,05$).

Tableau 5. Corrélation entre les caractéristiques physiques et la qualité interne des œufs issus du lot 2

Variables	P ŒUF	LONG	HAUT	EPCQ	PJA	PBL	PCQ	EPBL	EPJA	DJA	PHBL	PHJA	YCF	Indice-F	Indice-J	GSO	HU	VOL
P ŒUF	1																	
LONG	0,92***	1																
HAUT	0,84***	0,63 ^{NS}	1															
EPCQ	0,31 ^{NS}	0,40 ^{NS}	0,04 ^{NS}	1														
PJA	0,75*	0,87**	0,37 ^{NS}	0,43 ^{NS}	1													
PBL	0,80 ^{NS}	0,58*	0,92***	-0,01 ^{NS}	0,21 ^{NS}	1												
PCQ	0,74*	0,83**	0,33*	0,67*	0,89***	0,24 ^{NS}	1											
EPBL	0,35 ^{NS}	0,21 ^{NS}	0,10 ^{NS}	0,19 ^{NS}	0,18 ^{NS}	0,27 ^{NS}	0,45 ^{NS}	1										
EPJA	0,45 ^{NS}	0,25 ^{NS}	0,27 ^{NS}	0,39 ^{NS}	0,20 ^{NS}	0,40 ^{NS}	0,46 ^{NS}	0,85**	1									
DJA	0,50 ^{NS}	0,55 ^{NS}	0,39 ^{NS}	0,09 ^{NS}	0,59 ^{NS}	0,25 ^{NS}	0,40 ^{NS}	-0,32 ^{NS}	-0,15 ^{NS}	1								
PHBL	-0,13 ^{NS}	-0,16 ^{NS}	0,08 ^{NS}	-0,5 ^{NS}	-0,14 ^{NS}	-0,07 ^{NS}	-0,12 ^{NS}	-0,13 ^{NS}	-0,01 ^{NS}	-0,44 ^{NS}	1							
PHJA	0,49 ^{NS}	0,41 ^{NS}	0,50 ^{NS}	0,22 ^{NS}	0,14 ^{NS}	0,63 ^{NS}	0,07 ^{NS}	-0,09 ^{NS}	0,17 ^{NS}	0,29 ^{NS}	-0,35 ^{NS}	1						
YCF	-0,50 ^{NS}	-0,31 ^{NS}	-0,63 ^{NS}	-0,20 ^{NS}	-0,34 ^{NS}	-0,44 ^{NS}	-0,33 ^{NS}	0,07 ^{NS}	-0,19 ^{NS}	-0,70*	0,17 ^{NS}	-0,20 ^{NS}	1					
Indice-F	-0,19 ^{NS}	-0,51 ^{NS}	0,35 ^{NS}	-0,45 ^{NS}	-0,64 ^{NS}	0,32 ^{NS}	-0,64 ^{NS}	-0,15 ^{NS}	-0,01 ^{NS}	-0,23 ^{NS}	0,29 ^{NS}	0,04 ^{NS}	-0,3 ^{NS}	1				
Indice-J	0,10 ^{NS}	-0,09 ^{NS}	0,02 ^{NS}	0,23 ^{NS}	-0,15 ^{NS}	0,20 ^{NS}	0,14 ^{NS}	0,83**	0,86**	-0,63 ^{NS}	0,22 ^{NS}	0,01 ^{NS}	0,23 ^{NS}	0,12 ^{NS}	1			
GSO	-0,37 ^{NS}	-0,18 ^{NS}	-0,79**	0,23 ^{NS}	0,09 ^{NS}	-0,67*	0,19 ^{NS}	0,37 ^{NS}	0,21 ^{NS}	-0,21 ^{NS}	-0,33 ^{NS}	-0,33 ^{NS}	0,49 ^{NS}	-0,62*	0,26 ^{NS}	1		
HU	0,16 ^{NS}	0,03 ^{NS}	-0,07 ^{NS}	0,14 ^{NS}	0,06 ^{NS}	0,10 ^{NS}	0,34 ^{NS}	0,98***	0,81**	-0,40 ^{NS}	-0,14 ^{NS}	-0,20 ^{NS}	0,14 ^{NS}	-0,13 ^{NS}	0,84***	0,49 ^{NS}	1	
VOL	0,95***	0,83**	0,96***	0,17 ^{NS}	0,59 ^{NS}	0,88**	0,55 ^{NS}	0,14 ^{NS}	0,28 ^{NS}	0,49 ^{NS}	-0,00 ^{NS}	0,51 ^{NS}	-0,59 ^{NS}	0,06 ^{NS}	-0,03 ^{NS}	-0,64*	-0,05 ^{NS}	1

NS: Non Significatif ($P > 0,05$); *: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$; **P ŒUF**: Poids de l'œuf (g); **LONG**: Longueur (cm); **HAUT**: Hauteur (cm); **EPCQ**: Epaisseur de la coquille (mm); **PJA**: Poids jaune d'œuf (g); **PBL**: Poids blanc d'œuf (g); **PCQ**: Poids coquille (g); **EPBL**: Epaisseur blanc d'œuf (mm); **EPJA**: Epaisseur jaune d'œuf (mm); **DJA**: Diamètre jaune d'œuf (mm); **PHBL**: pH blanc d'œuf; **PHJA**: pH jaune d'œuf; **YCF**: Intensité du jaune d'œuf à l'échelle Roch; **Indice-F**: Indice de forme de l'œuf; **Indice-J**: Indice de forme du jaune d'œuf; **GSO**: Gravité spécifique de l'œuf; **HU**: Unité Haugh; **Vol**: Volume de l'œuf (mm³).

4 DISCUSSION

4.1 VARIABILITÉ DES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET LA QUALITÉ INTERNE DES ŒUFS

La composition physique et la qualité interne des œufs de pintade ont significativement varié en fonction du mode d'élevage.

En dehors de l'épaisseur de la coquille de l'œuf, du poids de la coquille de l'œuf, du diamètre du jaune de l'œuf, de l'intensité du jaune de l'œuf à l'échelle Roch, de l'indice de forme de l'œuf, du pourcentage de la coquille de l'œuf, du pourcentage du blanc de l'œuf et du pourcentage du jaune d'œuf, les autres paramètres de la composition physique et de la qualité interne des œufs étudiés dans la présente étude n'ont pas varié significativement en fonction du mode d'élevage des pintades. Plusieurs études ont démontré qu'en dehors de la qualité technologique et organoleptique des œufs, la composition physique des œufs n'est pas affectée par le mode d'élevage [23], [24]. Cependant, selon les références [25], [26], [27], et [28], le poids des œufs est plus élevé dans le système d'élevage en cage. De même, les références [29], [30], et [31] ont enregistré des œufs plus lourds dans le système d'élevage en claustration sur litière. Selon la référence [32], les œufs les plus longs ont été plus enregistrés dans le système en claustration par rapport aux systèmes sur parcours extérieur et ce phénomène pourrait être expliqué par le fait que les œufs relativement plus larges ont un ratio surface/volume inférieur qui a pour conséquence une diminution relative de la perte de poids due à l'évaporation.

L'épaisseur de la coquille des œufs de pintades élevées selon le mode d'élevage en claustration sans accès au parcours extérieur, est significativement plus élevée que celle des œufs de pintades élevées selon le mode d'élevage traditionnel. De même, de nombreux travaux antérieurs ont rapporté que des paramètres de qualité tels que l'épaisseur de la coquille d'œuf, l'unité Haugh et l'index du jaune sont plus élevés dans les systèmes de production en cage que sur litière [25], [17], [33]. Contrairement à nos résultats, les œufs de poules élevées en liberté ont une épaisseur de la coquille plus élevée et une coquille plus dure comparativement aux œufs produits en cages conventionnelles [34]. Les plus grandes épaisseurs et résistance de la coquille d'œuf ont été enregistrées sur les œufs des poules élevées sur parcours extérieures [26], car même si le métabolisme du calcium et du phosphore chez les poules élevées sur parcours extérieures n'est pas bien connu, on pourrait spéculer que l'activité de marche a comme conséquence un métabolisme minéral plus efficace. Ce

constat justifie le fait que l'épaisseur de la coquille d'œuf par rapport au système de production, pourrait être utilisée comme bio-indicateur pour la santé et/ou la production de poule pondeuse [32].

En raison de l'interaction entre les divers facteurs influençant la qualité des œufs, certaines combinaisons de ces facteurs peuvent avoir comme conséquence, une réduction ou une augmentation de l'effet de n'importe quels paramètres de la qualité des œufs. Selon la référence [32], les oiseaux mis en claustration produisent des œufs dont la qualité de coquille diminue avec l'âge, tandis que chez les oiseaux élevés sur parcours extérieurs, cette caractéristique reste constante et tend même à augmenter avec l'âge.

Le poids de la coquille de l'œuf est plus élevé chez les pintades élevées selon le mode d'élevage en claustration sans accès au parcours extérieur comparativement à la valeur enregistrée chez les œufs de pintades élevées avec accès au parcours extérieur. Des résultats similaires à ceux de la présente étude sur le poids de la coquille des œufs, ont été rapportés par les références [35], [36], et [37]. Selon ces auteurs, les œufs des poules pondeuses élevées en claustration ont un poids moyen de coquille (6,62 g) supérieur à celui des œufs de poules de race locale élevées dans un système traditionnel (4,44 g).

Concernant le diamètre du jaune de l'œuf, les pintades élevées selon le mode d'élevage sans accès au parcours extérieur ont présenté une valeur très significativement plus élevée que celle des œufs des pintades élevées selon le mode d'élevage avec accès au parcours extérieur. Toutefois, l'épaisseur du blanc et du jaune d'œuf, le pH du blanc et du jaune d'œuf et l'unité Haugh n'ont pas varié significativement en fonction du mode d'élevage. Des auteurs ont également rapporté que l'épaisseur de l'albumen a diminué avec l'âge chez les poules mises en cage [38], tandis que les poules élevées sur parcours extérieures ont présenté une épaisseur d'albumen plus variable avec l'augmentation de l'âge [32]. Selon les auteurs [26], l'effet du système de production sur les unités Haugh dépend de la souche de pondeuse. En effet chez les poules Lohmann, des valeurs sensiblement plus basses de l'unité Haugh ont été trouvées dans le système de production sur parcours extérieur, tandis que les poules Lohmann élevées dans un système de production en claustration ont présenté des valeurs plus élevées mais non-significatives [26]. Ceci suggère fortement une importante dépendance des caractéristiques de l'albumen des conditions expérimentales ou environnementales. Selon les auteurs [38], le pH de l'albumen des œufs de poules élevées en claustration a diminué avec l'âge des poules. Cependant, des auteurs [32] ont rapporté une augmentation du pH de l'albumen jusqu'à la 41^{ème} semaine, avec une diminution plus tardive qui serait due selon l'auteur, à un développement plus avancé de l'embryon à l'oviposition ou une plus grande activité métabolique en œufs des poules plus anciennes [39].

Dans la présente étude, l'intensité du jaune à l'échelle Roch, l'indice du jaune (b^*) et la chroma de la vitelline des œufs de pintades élevées selon le mode d'élevage avec accès au parcours extérieur est très significativement plus élevée que celui obtenu chez les œufs de pintades élevées selon le mode d'élevage sans accès au parcours extérieur. Cette différence serait due à la consommation des végétaux disponibles sur le parcours libre des pintades en divagation. Selon les auteurs [32], la couleur du jaune était plus foncée dans l'élevage sur parcours libre en comparaison avec le système de production en cage conventionnelle. Etant donné que la couleur du jaune est en grande partie déterminée par des xanthophylles [32], un jaune plus foncé dans le système sur parcours libre serait dû à la possibilité que les poules aient consommé d'autres aliments, tels que les végétaux riches en pigments. La référence [40] a indiqué qu'il y a une relation entre la couleur du jaune et l'acceptabilité des œufs comme aliment et que la couleur du jaune plus foncée pourrait être préférée par des consommateurs.

4.2 VARIABILITÉ DE LA COMPOSITION PROXIMALE DES ŒUFS DE PINTADE EN RELATION AVEC LE MODE D'ÉLEVAGE

De la présente étude, il ressort que les teneurs en protéines et minéraux totaux des œufs de pintades élevées avec accès au parcours herbacé extérieur, ont été plus élevées que celles enregistrées au niveau des œufs de pintades élevées sans accès au parcours herbacé extérieur. En revanche, la plus forte teneur en matière grasse des œufs a été notée dans les œufs de pintades élevées sans accès au parcours herbacé extérieur. Cette variabilité de la teneur en macronutriments des œufs serait due à la variabilité des régimes alimentaires des pintades des deux lots étudiés. Des résultats similaires sur l'impact du mode de production sur la qualité des œufs ont été aussi rapportés par la référence [19] chez les poules de race Lohman Brown élevées avec ou sans promoteur de croissance.

Les valeurs des teneurs en matières sèches, protéine, matières grasses et minéraux totaux des œufs de pintades enregistrés dans la présente étude sont comparables à celles rapportées par [41], [42] et [43] sur les pintades. Selon la référence [44], l'œuf de poule produit sur parcours libre pourrait probablement être le meilleur en qualité nutritionnelle que ceux produits en claustration, mais il faut cependant noter que le régime imprévisible des poules élevées sur parcours libre produira des œufs imprévisibles [45].

4.3 CORRÉLATION ENTRE LES PARAMÈTRES DES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET LA QUALITÉ INTERNE DES ŒUFS DE PINTADE DU LOT 1

Dans la présente étude, des corrélations significatives positives ou négatives enregistrées entre les propriétés physiques et les paramètres technologiques de l'œuf montrent que l'on peut prédire la qualité interne des œufs notamment celle de l'albumen à partir des mesures physiques. Les auteurs de la référence [46] ont également enregistré des corrélations positives et élevées entre le poids de l'œuf et la longueur de l'œuf, la hauteur de l'œuf et le poids de la coquille de l'œuf et entre la hauteur de l'œuf et le poids de la coquille et l'indice de forme de la coquille chez trois phénotypes de poules locales en accord avec les travaux de plusieurs autres auteurs [49];

[46]. Selon la référence [46], la hauteur de l'œuf a été identifiée comme un bon indicateur pour l'estimation de l'indice de forme de l'œuf.

Les références [49] et [46] ont rapporté que l'indice de forme de l'œuf peut être utilisé comme critère dans la détermination de la rigidité de la coquille de l'œuf. Par ailleurs, les valeurs de corrélations obtenues entre la hauteur de l'œuf et la longueur de l'œuf sont similaires à ceux enregistrés par les références [47] et [48] chez les poulets locaux à cou nu et à plumes frisées. Des corrélations significativement fortes et positives ont été obtenues entre le poids de l'albumen et les composantes de l'œuf et le volume de l'œuf chez les poules locales à cou nu, normales et naines de Tswana [46]. Des corrélations significativement faibles et positives ont été observées entre le poids de l'albumen et le poids du jaune d'œuf chez les poules locales à cou nu, normales et naines de Tswana [46].

La référence [50] a aussi rapporté des corrélations faibles et positives entre le poids de l'albumen et le poids du jaune d'œuf chez les poules locales naines mais faibles et négatives entre le poids de l'albumen et le poids du jaune d'œuf chez les poules locales soudanaises à cou nu ($r=0,25$ et $-0,11$ respectivement). Selon la référence [46], ces résultats indiquent que la sélection pour l'amélioration du poids moyen de l'albumen pourrait guider l'amélioration de toutes les composantes de l'œuf et en accord avec les auteurs de la référence [51] qui rapportaient que l'albumen a une influence majeure sur l'ensemble de la qualité interne de l'œuf. Le poids de l'œuf est fortement corrélé positivement avec le poids de l'œuf, le poids du blanc d'œuf et le poids de la coquille et aussi moyennement corrélé positivement avec le volume de l'œuf [46].

Les valeurs des coefficients de corrélations enregistrées entre le poids de la coquille et la longueur de l'œuf sont en accord avec les résultats de [48]. La référence [52] a rapporté que le poids de l'œuf a une corrélation négative avec la qualité de la coquille de l'œuf.

La référence [53] dans l'étude sur la détermination des corrélations phénotypiques entre les caractéristiques de la qualité interne et externe des œufs de pintades, ont observé des corrélations moyennement positives entre le poids de l'œuf et le poids de l'albumen (0,201) ainsi qu'une corrélation positive significativement élevée entre le poids de l'œuf et le poids du jaune (0,569). Les références [52], [54] et [7] ont enregistré des corrélations positives significativement élevées entre le poids de l'œuf, le poids de l'albumen et le poids du jaune. Selon [53], ces résultats suggèrent que les valeurs élevées du poids de l'albumen et du jaune et la hauteur de l'œuf pourraient contribuer à l'amélioration du poids de l'œuf. Ainsi la sélection basée sur le poids des œufs, invariablement résulterait en de meilleures valeurs du poids de l'albumen et du jaune qui seront utilisés pour le développement embryonnaire et par conséquent contribuer à la production de pintadeaux de qualité supérieure.

Des corrélations négatives significativement élevées ($-0,656$) ont été enregistrées entre l'indice de forme de l'œuf et le diamètre du jaune d'œuf. Ce résultat pourrait être considéré comme une situation exceptionnelle car le diamètre du jaune est un paramètre très important dans la détermination de l'indice de forme du jaune d'œuf. Par ailleurs, l'indice de forme du jaune est fortement corrélé positivement avec l'épaisseur de l'albumen (0,570). Selon [53] l'amélioration du diamètre et épaisseur du jaune et de l'épaisseur de l'albumen, contribuerait à un meilleur indice de forme du jaune qui est un indicateur important de la fraîcheur de l'œuf.

Chez les pintades des deux modes d'élevage, l'épaisseur du blanc est fortement corrélée positivement avec l'unité Haugh. De même l'épaisseur du jaune est fortement corrélée positivement avec l'indice de forme du jaune d'œuf et moyennement associée positivement au pourcentage de la coquille de l'œuf. Des corrélations négatives ont été enregistrées entre l'épaisseur du jaune d'œuf et l'indice forme du jaune. Des relations similaires entre des paramètres physico-chimiques des œufs ont été aussi rapportées par la référence [47].

Les œufs des pintades élevées selon le mode d'élevage avec accès au parcours extérieur ont affiché plus de variations pour plusieurs caractéristiques et ont ainsi été affectés par les conditions environnementales. Il semble être plus difficile de maintenir une qualité externe et interne des œufs constante dans un système sur parcours extérieur que dans un système en claustration totale. Si ces considérations ont des conséquences sur la maîtrise de la reproduction (les paramètres d'incubation, les performances d'éclosion et post-éclosion) ou la qualité du produit telle que l'utilisation dans les produits alimentaires, alors les facteurs qui déterminent les grandes variations, particulièrement celles de la qualité interne des œufs, méritent et expriment ainsi le besoin d'être étudiés. Une bonne exploitation des résultats de la présente étude contribuera à la sécurité alimentaire dans le contexte actuel caractérisé par la pandémie de la Covid-19 [55].

5 CONCLUSION

Il ressort de l'étude que le système de production avec ou sans accès au parcours extérieur herbacé affecte significativement certaines caractéristiques physiques et la composition proximale des œufs de pintade. En effet, les œufs des pintades élevés avec accès au parcours naturel sont plus colorés, plus riche en protéine et en minéraux totaux, et légèrement moins gras que les œufs de pintades élevées sans accès au parcours herbacé extérieur. Les relations observées entre les paramètres physiques et ceux de la qualité interne de l'œuf montrent qu'on peut prédire la qualité interne des œufs à partir des mesures physiques externes.

Des travaux complémentaires sur la composition en acides gras, en acides aminés et en minéraux des œufs des deux lots étudiés sont nécessaires pour approfondir leur caractérisation nutritionnelle. Il serait également judicieux de déterminer les prises alimentaires des pintades élevées avec accès libre au parcours naturel.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient infiniment le Centre d'excellence Régional des Sciences Aviaires (CeRSA) de l'Université de Lomé (Togo), l'ARES-CCD et le Laboratoire d'Analyse-Qualité-Risques de Gembloux Agro-Bio Tech de l'Université de Liège en Belgique pour leurs contributions.

REFERENCES

- [1] FAO, FIDA, OMS, PAM, and UNICEF, "L'État de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2019. Se prémunir contre les ralentissements et les fléchissements économiques", Rome, FAO. 253p, 2019.
- [2] P. U. Tougan, E. Yayi-Ladekan, I. Imorou-Toko, C. Guidime, and A. Thewis, "Dietary behaviors, food accessibility, and handling practices during SARS-CoV-2 pandemic in Benin", *The North African Journal of Food and Nutrition Research. Special Issue* (2020); 04 (10): S08- S18, 2020. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4266796>.
- [3] Organisation Mondiale de la Santé (OMS), "Travel advice and recommendations during the COVID-19 outbreak", <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/travel-advice>, 2020.
- [4] C. Chrysostome, "Méthodologie de développement de la pintade au Bénin", Thèse de doctorat. Sciences Agronomiques, Institut national Agronomique, Paris-Grignon, 190p et Annexes, 1995.
- [5] C. Chrysostome, "Utilisation des termites pour le démarrage des pintadeaux: essai pintadeaux: essai d'alimentation en milieu rural", In: Workshop, M'Bour, Sénégal, 9-13 décembre, 117-124, 1997.
- [6] J. C. Moreki, "Guinea Fowl Production", Poultry and Rabbits Section, Division of Non-Ruminants, Department of Animal Production, Private Bag 0032, Gaborone, Botswana. <http://www.gov.bw/global/moa/guinea%20fowl%20production.pdf>. 11p, 2010.
- [7] T. Tebesi, O. R. Madibela and J.C. Moreki, "Effect of storage time on internal and external characteristics of Guinea fowl (*Numida meleagris*) Eggs", *J Anim Sci Adv*, 2 (6): 534-542, 2012.
- [8] M. Fandy, "La situation actuelle de l'aviculture villageoise au Bénin". Communication donnée à l'atelier national pour la promotion de la filière avicole au Bénin", MAEP. 8p. FAO. 2005.
- [9] U. P. Tougan, M. Dahouda, C. F. A. Salifou, G. S. Ahounou, T. M. Kpodekon, G. A. Mensah, N. F. D. Kossou, C. Amenou, E. C. Kogbeto, G. Lognay, A. Thewis, A. K. I. Youssao, Nutritional quality of meat of local poultry population of *Gallus gallus* specie of Benin. *Journal of Animal and Plant Science*. 19, 2, 2908-2922, 2013. ISSN: 2071-7024.
- [10] M. Dahouda, S.S. Toleba, A.K.I. Youssao, S. Bani Kogui, S. Yacoubouaboubakari, and J.L. Hornick, "Guinea fowl rearing constraints and flock composition under traditional management in Borgou Department, Benin", *Family Poult.*, 17, 3-14, 2007.
- [11] M. Halbouche, M. Didi, N. Bourezak, and Lamari S., "Performance de Ponte, de Reproduction et de Croissance de la Pintade Locale *Numida Meleagris* en Algérie", *European Journal of Scientific Research*, 47 (3), 320-333, 2010.
- [12] P. Laurenson, "Détermination des paramètres zootechniques de la pintade locale dans la région du Borgou" (mémoire d'Ingénieur), Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux: Gembloux, 81p, 2002.
- [13] R. H. Sanfo, Boly, L. Sawadogo, and B. Ogle, "Caractéristiques de l'élevage villageois de la pintade locale (*Numida meleagris*) au centre du Burkina Faso", *Tropicicultura*, 25 (1), 31-36, 2007.
- [14] R. Sanfo, H. Boly, L. Sawadogo, and O. Brian, "Performances pondérales de la pintade locale (*Numida meleagris*) en système d'alimentation améliorée dans la zone centrale du Burkina Faso", *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 61 (2), 135-140, 2008.
- [15] J. R. Roberts, and W. Ball, "Egg quality guidelines for the Australian egg industry", *Australian Egg Corporation Limited Publication* 03/19, 32pp, 2004.
- [16] A. Vits, D. Weitzenburger, H. Hamann, and O. Distl, "Production, egg quality, bone strength, claw length, and keel bone deformities of laying hens housed in furnished cages with different group sizes", *Poultry Science*, 84, 1511-1519, 2005.
- [17] E. Tůmová, L. Zita, M. Hubený, M. Skřivan, and Z. Ledvinka, "The effect of oviposition time and genotype on egg quality characteristics in egg type hens", *Czech Journal of Animal Science*, 52, 26-3, 2007.
- [18] F. A. Al-Obaidi, S. M. Al-Shadeedi and A. S. Mousa, "Egg Morphology, Quality and Chemical Characteristics of Ostrich *Struthio camelus camelus*", *Al-Anbar J. Vet. Sci.*; 162-167p, 2012.
- [19] U. P. Tougan, E. Yayi-Ladekan, A. M. Alassani, M. P. Adanlin, G. B. Koutinhouin, and M. M. Soumanou, "Influence of Follar Organic Fertilizer DI Grow on the Physicochemical and Nutritional Characteristics of Lohman Brown Eggs Reared in Sokode", *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, Vol. 17 No. 1, pp. 01-09ISSN: 2509-0119, 2019.
- [20] RGPB-Bénin, "Recensement Général de la Population et de l'Habitat, Commune de Parakou", 150p. 2013.
- [21] D. F. Hoyt, "Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs", Department of Physiology, School of Medicine, State University of New York at Buffalo, Buffalo, New York 14214 USA, 1978.
- [22] AOAC, "Association of Official Analytical Chemists. 17th Edn., Official methods of Analysis". Washington D.C., USA, 2000.
- [23] I. J. M. De Boer, and A. M. G. Cornelissen, "A Method Using Sustainability Indicators to Compare Conventional and Animal-Friendly Egg Production Systems". *Poultry Science*. 81: 173-181. 2002.
- [24] R. Tauson, "Management and housing systems for layers – effects on welfare and production", *World's Poultry Science Journal*, 61, 477-490, 2005.

- [25] M. Moorthy, K. Sundaresan, and K. Viswanathan, "Effect of feed and system management on egg quality parameters of commercial White Leghorn Layers", *Indian Veterinary Journal*, 77, 233–236, 2000.
- [26] M. Leyendecker, H. Hamann, J. Hartung, J. Kamphues, C. Ring, G. Glunder, C. Ahlers, I. Sander, U. Neumann, and O. Distl, "Analysis of genotype-environment interactions between layer lines and housing systems for performance traits, egg quality and bone breaking strength-1st communication: Performance traits", *Zuchtungskunde* 73, 290-307, 2001.
- [27] Z. Ledvinka, L. Zita, and L. Klesalová, "Egg quality and some factors influencing it: a review. *Scientia agriculturae bohémica*", 43, 2012 (1): 46–52, 2012.
- [28] M. J. Jendral, J. S. Church and J. J. Feddes, "Assessing the welfare of layers hens housed in conventional, modified and commercially-available furnished battery cages", In: *Proceedings of 22nd World Poultry Congress, Istanbul, Turkey*, 4 pp (CD), 2004.
- [29] E. Tumova and Z. Ledvinka, "The effect of time of oviposition and age on egg weight, egg component weight and eggshell quality", *Arch Geflügelkd* 73. 2009.
- [30] V. Pištěková, M. Hovorka, V. Večerek, E. Straková and P. Suchý, "The quality comparison of eggs laid by laying hens kept in battery cages and in a deep litter system", *Czech Journal of Animal Science*, 51, 318–325, 2006.
- [31] L. Zemková, M. Simeonovová, M. Lichovníková and K. Somerlíková, "The effects of housing systems and age of hens on the weight and cholesterol concentration of the egg", *Czech Journal of Animal Science*, 52, 110–115, 2007.
- [32] H. Van Den Brand, H.K. Parmentier and B. Kemp, "Effects of housing system (outdoor vs cages) and age of laying hens on egg characteristics", *British Poultry Science*. 45: 745–752, 2004.
- [33] M. Lichovníková and L. Zeman, "Effect of housing system on the calcium requirement of laying hens and on eggshell quality", *Czech Journal of Animal Science*, 53, 162–168, 2008.
- [34] B. Hughes, P. Dun, M. C. Corquodale, "Shell strength of eggs from medium bodied hybrid hens housed in cages or in range in outside pens", *Br Poult. Sci.*, 26, 129-136, 1985.
- [35] N. Moula, N.A. Moussiaux, E. Decypere, F. Farnir, K. Mertens, J. De Baerdemaeker, and P. Leroy, "Comparative study of egg quality traits in two Belgian local breeds and two commercial lines of chickens", *Arch. Geflügelkd.*, 74 (3), 164– 171, 2010. DOI: <http://www.europeanpoultry-science-lines-of-xNA.html>.
- [36] L. Dalhoum, M. Halbouche and A. Arabi, "Evaluation de la Qualité des Oeufs chez deux Phénotypes de Poules Locales: Cou Nu-Frisées et Normalement Emplumées. Comparaison avec les Œufs de Souche Commerciale", *Revue Agriculture*, 09 (2015): 10 – 18, 2015. DOI: <http://revue-agro.univsetif.dz/documents/Numero-9/Dalhoum.pdf>.
- [37] S. Samandoulougou, A.J. Ilboudo, G.S. Ouedraogo, S.B. Touwendsida, W.T. Fidèle, H. Compaore, A. Dao, A. Zoungrana, A. Savadogo and A.S. Traore, "Qualité physico-chimique et nutritionnelle des œufs de poule locale et de race améliorée consommés à Ouagadougou au Burkina Faso", *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 10 (2): 737-748, 2016.
- [38] F. G. Silversides and T.A. Scott, "Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens", *Poult Sci*, 80: 1240-1245, 2001.
- [39] C. Lapa~O, L. T. Gama and M. Chaveiro Soares, "Effects of broiler breeder age and length of egg storage on albumen characteristics and hatchability", *Poultry Science* 78: 640–645, 1999.
- [40] Y. Nys, "Dietary carotenoids and Egg yolk coloration. A review", *Arch. Geflügelk.*, 64, 45-54, 2000.
- [41] T. F. Emmanuel, J. O. Omole, E. Joseph, and B. A. Utu, "Variation in Micronutrients Contents and lipid profile of some avian eggs", *America Journal of Experimental Agriculture*, 1 (4): 343-354, 2011.
- [42] I. O. Dudusola, "Comparative evaluation of internal and external qualities of eggs from quail and guinea fowl", *International Research Journal of Plant Science*. 1 (5): 112-115, 2010.
- [43] I. M. Fakai, I. Sani and O. S. Olalekan, "Proximate composition and cholesterol content of egg obtained from various bird species", *Journal of Harmonized Research in Medical & Health Sci.* 2 (2), 2015, 18-25, 2015.
- [44] E. I. Adeyeye, "Characteristic Composition of Guinea Fowl (*Numida Meleagris*) Egg. *Int. J. Pharma Bio. Sci.*; 1: 1-9, 2010.
- [45] Egg Food, "Egg food safety scheme: Periodic review of the risk assessment", Page 1 à 15, 2009.
- [46] A. G. Bobbo, S. S. Baba and M. S. Yahaya, "Egg Quality Characteristics of Three Phenotypes of Local Chickens in Adamawa State", *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)* e-ISSN: 2319-2380, p-ISSN: 2319-2372. Volume 4, Issue 2 (Jul. - Aug. 2013), PP 13-21, 2013.
- [47] A. Yakubu, O. M. Oga, and R. E. Barde, "Productivity and Egg Quality Characteristics of Free Range Naked Neck and Normal feathered Nigerian indigenous Chickens", *International Journal of Poultry Science*, 7 (6): 579-588, 2008.
- [48] O. Olawumi, "Pathogenicity of Newcastle Disease virus isolate in guinea fowl", *Trop. Anim. Health Prod.*, 2001, 33, 313-320 pathology. *Avian Pathol*, 2001, 30, 209-214. 2008.
- [49] A.L. Yannakopoulos, and A.S. Tserveni-Gousi, "Quality characteristics of quail eggs. *Br Poult Sci*, 27, 171-176, 1986.
- [50] I. A. Yousif and N.M. Eltayeb, "Performance of Sudanese native dwarf and bare neck chicken raised under improved traditional production system", *Agric. Biol. J. N. Am.* 2: 860-866, 2011.
- [51] H.E. Nonga, F. Kajuna, H.A. Ngowi and E. D. Karimuribo, "Physical egg quality characteristics of free-range local chickens in Morogoro municipality, Tanzania", *Livestock Research for Rural Development* 22 (12): 1-9, 2010.
- [52] S. Kul, I. Seker, "Phenotypic correlations between some external and internal egg quality traits in the Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*)", *Int J Poult Sci*, 3, 400-405, 2004.

- [53] S. Alkan, T. Karsli, A. Galic and K. Karabağ, "Determination of Phenotypic Correlations Between Internal and External Quality Traits of Guinea Fowl Eggs", J. Faculty Vet. Med. Univ. Kafkas; 19 (5): 861-867, 2013.
- [54] O. M. Obike and K. E. Azu, "Phenotypic correlations among body weight, external and internal egg quality traits of pearl and black strains of guinea fowl in a humid tropical environment", J. Anim. Sci. Adv., 2: 857-864, 2012.
- [55] U. P. Tougan, A. Théwis, "Covid-19 and Food Security in Sub-Saharan Africa: Implications and Proactive Measures to Mitigate the Risks of Malnutrition and Famine", International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT), Vol. 20 (1), 172-193, 2020.

La thrombasthénie de Glanzmann chez l'enfant

[Glanzmann thrombasthenia in children]

Sanaa Bouramdane¹⁻², Sarra Benmiloud¹⁻², Hbib Mohamed¹⁻², and Moustapha Hida¹⁻²

¹Unité d'hémo-oncologie pédiatrique, Service de pédiatrie, Hôpital Mère-Enfant, CHU Hassan II, Fès, Morocco

²Faculté de Médecine et de Pharmacie de Fès, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fès, 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: Glanzmann thrombasthenia is a rare hereditary thrombopathy, mainly responsible for spontaneous mucocutaneous hemorrhages. It is due to a qualitative or quantitative deficiency of the platelet receptor GPIIb/IIIa, involved in platelet aggregation. This disease is mostly observed in populations with high consanguinity. The aim of our work is to study the epidemiological, clinical, biological, therapeutic and evolutionary particularities of Glanzmann thrombasthenia in children. A total of 11 patients were diagnosed and followed up in the pediatric hematology-oncology department of the Hassan II University Hospital of Fez, Morocco. The average age at diagnosis was 2 years and 6 months, 81% of the cases were from consanguineous parents, mucocutaneous hemorrhages were the most reported, and the diagnosis of Glanzmann thrombasthenia was confirmed in all cases by aggregometry. Treatment is based mainly on local symptomatic measures and platelet transfusion, activated factor VII is reserved in case of anti-platelet immunization. The evolution is good in all cases, only one death is reported.

KEYWORDS: Glanzmann thrombasthenia, thrombopathy, children, platelet, hemorrhage.

RESUME: La thrombasthénie de Glanzmann est une thrombopathie héréditaire rare, responsable essentiellement d'hémorragies cutanéomuqueuses spontanées. Elle est due à un déficit qualitatif ou quantitatif du récepteur plaquettaire GPIIb/IIIa, impliqué dans l'agrégation des plaquettes. Cette maladie est surtout observée dans les populations à forte consanguinité. L'objectif de notre travail est d'étudier les particularités épidémiologiques, cliniques, biologiques, thérapeutiques et évolutives de la thrombasthénie de Glanzmann chez l'enfant. Au total, 11 patients sont diagnostiqués et suivis à l'unité d'hémo-oncologie pédiatrique du centre hospitalier universitaire Hassan II de Fès, Maroc. L'âge moyen au diagnostic est de 2 ans et 6 mois, 81% des cas sont issus de parents consanguins, les hémorragies cutanéomuqueuses sont les plus rapportées, l'agrégométrie a permis de retenir le diagnostic de thrombasthénie de Glanzmann dans tous les cas. Le traitement est basé surtout sur les mesures symptomatiques locales et la transfusion plaquettaire, le facteur VII activé est réservé en cas d'immunisation antiplaquettaire. L'évolution est bonne pour tous les cas, un seul décès est rapporté.

MOTS-CLEFS: Thrombasthénie de Glanzmann, thrombopathie, enfant, plaquette, hémorragie.

1 INTRODUCTION

La thrombasthénie de Glanzmann (TG) est une maladie hémorragique rare, à transmission autosomique récessive, due à un déficit qualitatif ou quantitatif des glycoprotéines GPIIb/IIIa (ou récepteur du fibrinogène) de la membrane plaquettaire entravant ainsi leur agrégation [1]. Décrite pour la première fois en 1918 par un pédiatre suisse, Eduard Glanzmann [2], [3], elle est observée surtout dans les régions à forte consanguinité. Sa révélation est souvent néonatale par un syndrome

hémorragique cutanéomuqueux. L'objectif de notre travail est de décrire les aspects épidémiologiques, cliniques, biologiques, thérapeutiques et évolutifs des cas colligés à l'unité d'hémo-oncologie pédiatrique du CHU Hassan II Fès, Maroc.

2 PATIENTS ET MÉTHODES

Il s'agit d'une étude rétrospective et descriptive des patients diagnostiqués et suivis pour TG à l'unité d'hémo-oncologie pédiatrique du CHU Hassan II Fès, Maroc, sur une période de 7 ans, allant du 01/03/2014 au 01/03/2021.

3 RÉSULTATS

Nous avons colligé 11 patients, l'âge moyen au diagnostic est de 2 ans et 6 mois avec des extrêmes allant de 6 mois à 12 ans (tableau 1). Le sexe ratio est de 0,37 (3 garçons et 8 filles) (tableau 1). La notion de consanguinité est observée chez 9 patients, elle est de 1er degré dans 7 cas et de 2ème degré dans les 2 autres cas (tableau 1). Une patiente a 2 cas similaires dans la fratrie et 2 patientes ont 5 cas similaires dans les ascendants. Sept patients ont présenté un syndrome hémorragique dès leur 1^{er} mois de vie, sous forme de purpura dans les 7 cas, d'épistaxis dans 6 cas et de saignement ou hématome post vaccinaux chez 4 patients, 3 cas avant leur 1ère année de vie et une seule patiente à 18 mois (tableau 1).

Tableau 1. Profil épidémiologique des patients

		Nombre	Pourcentage
Sexe	Féminin	8	72,7%
	Masculin	3	27,3%
Consanguinité	Pas de consanguinité	2	18,9%
	1er degré	7	63,6%
	2ème degré	2	18,9%
Age de début des symptômes hémorragiques	Avant 1 mois	7	63,6%
	Entre 1 et 12 mois	3	27,3%
	Après 12 mois	1	9%
Age de diagnostic	avant 1 an	1	9%
	entre 1 et 5 ans	6	54,5%
	après 5 ans	4	36,4%

Cliniquement, les hémorragies cutanéomuqueuses à type de purpura (pétéchial ou ecchymotique) et d'épistaxis sont au premier plan, objectivées dans tous les cas. Quatre patients ont présenté des gingivorragies. L'hémorragie digestive est observée chez 2 patients. Le saignement après extraction dentaire est rapporté dans 3 cas et l'hémorragie conjonctivale dans un cas (tableau 2).

Tableau 2. Répartition des cas selon le type du syndrome hémorragique

Site hémorragique	Nombre de cas
Purpura pétéchial ou ecchymotique	10
Epistaxis	9
Gingivorragies	3
Saignement ou hématome post vaccinaux	3
Hémorragie digestive (hématémèse ou méléna)	2
Hémorragie après extraction dentaire	2
Hémorragie après lésions minimes	2
Hémorragie conjonctivale	1
Ménorragie, hématurie, hémarthrose	0

Sur le plan biologique, tous les patients ont un taux de plaquettes, un taux de la prothrombine et un temps de céphaline activée normaux. Huit cas ont un temps de saignement allongé (non fait chez les 3 autres), 4 patients ont bénéficié de la

technique de DUKE, et les 4 autres de la technique d'IVY. Les profils d'agrégabilité plaquettaire par variation de la transmission lumineuse sont compatibles avec une TG chez tous les patients (tableau 3).

Tableau 3. Pourcentages d'agrégation plaquettaire à l'agrégométrie par variation de la transmission lumineuse

Agonistes	Moyenne des pourcentages	Min	Max
ADP	3,3%	-2,6%	15,8%
Collagène	5,9%	1,1%	24,7%
Acide arachidonique	6,6%	-0,4%	16,7%
Ristocétine	62,3%	54,6%	71,4%

Sur le plan thérapeutique, les mesures hygiéno-diététiques sont expliquées à toutes les familles, les mesures locales avec l'application locale de l'acide tranexamique sont les traitements de 1^{ère} intention en cas de saignement cutanéomuqueux. Le recours à l'acide tranexamique par voie générale est moins fréquent, il a été administré chez une patiente pour prévention des ménorragies et chez une autre pour prévention du saignement lors du changement des dents de lait. Cinq patients ont nécessité des transfusions par culots plaquettaires, une patiente a été transfusée à 4 reprises pour des épistaxis et des gingivorragies de grande abondance, une patiente a été transfusée à deux reprises après une extraction dentaire, un patient a bénéficié d'une transfusion plaquettaire à 3 reprises suite à des épistaxis de grande abondance, une patiente a été transfusée à plusieurs reprises pour hématomose avec méléna, le dernier cas a reçu plusieurs transfusions de culots plaquettaires dans un autre centre avant d'être transféré chez nous, celui-ci a développé une immunisation antiplaquettaire d'où l'indication de l'administration du facteur VII activé.

Durant les 7 ans de cette étude, l'évolution est favorable pour tous les patients sous éducation thérapeutique, mesures symptomatiques et transfusion en cas de nécessité par culots plaquettaires, sauf pour le patient qui a présenté une immunisation antiplaquettaire, il est décédé dans un tableau de choc hémorragique malgré l'administration du facteur VII activé.

4 DISCUSSION

La TG est une maladie hémorragique très rare de transmission autosomique récessive. Sa prévalence dans le monde est estimée à 1/1000000 avec une légère prédominance féminine [1], [4]. Les cas rapportés sont concentrés dans les régions à forte consanguinité tel que constaté dans notre série [3]. A ce jour, plus de 400 mutations différentes causant la TG ont été identifiées, réparties sur 2 gènes ITGA2B (256 variantes) et ITGB3 (164 variantes) [1], [3]. Selon les conséquences induites sur l'expression ou la fonction du complexe $\alpha\text{IIb}\beta_3$, la TG est classée en 3 types. Dans le type I, le déficit quantitatif GPIIb/IIIa est $\leq 5\%$, dans le type II le déficit est entre 5% et 20% et dans le type 3 le taux du récepteur est subnormal et le déficit est plutôt qualitatif [1], [5]. Dans notre série, l'étude génétique n'a pu être réalisée car elle n'est pas disponible chez nous.

Bien que la présentation clinique est variable, le début du syndrome hémorragique est souvent constaté dès la 1^{ère} année de vie [4], [6], [7]. Le purpura, les épistaxis et les gingivorragies sont les signes les plus fréquemment rapportés dans notre étude et dans les études nationales et internationales [1], [4], [6] – [9]. Les hémorragies suite à la chute du cordon ombilical, après vaccination, digestives, les hémarthroses et les ménorragies sont moins décrites.

Sur le plan biologique, un dosage normal des plaquettes, du taux de la prothrombine et du temps de céphaline activée avec un temps de saignement allongé sont les éléments d'orientation pour suspecter une TG [1], [7] – [9]. Le diagnostic est confirmé dans tous les cas de notre étude par la réalisation d'agrégométrie par variation de la transmission lumineuse, dont le principe est l'absence d'agrégation plaquettaire quel que soit l'agoniste utilisé et seule l'agglutination en présence de ristocétine est possible avec une première vague uniquement et une réversibilité constante [2], [8]. L'exploration des glycoprotéines plaquettaires par cytométrie en flux n'a pu être réalisée dans notre étude car elle n'est pas disponible, elle permet de classer les malades selon le type de TG objectivé [2]. Le séquençage génétique permet de déterminer les mutations responsables de la maladie [1].

Une bonne connaissance de la pathologie par la famille est un élément fondamental dans la prévention des syndromes hémorragiques majeurs et dans la prise en charge thérapeutique. Pour les saignements mineurs à modérés, les mesures conservatrices sont souvent suffisantes à type de compression locale et d'application locale d'anti-fibrinolytiques [2]. La transfusion par les culots plaquettaires peut être envisagée à titre préventif en cas d'extraction dentaire ou de chirurgie, comme elle peut être indiquée en cas de saignement majeur. Les transfusions plaquettaires peuvent se compliquer par le

développement d'une immunisation antiplaquettaire [10], [11], tel que le cas d'un patient de notre série qui est devenu réfractaire aux transfusions plaquettaires. Le recours au facteur VII activé est réservé actuellement aux patients porteurs d'anticorps anti-GPIIb/IIIa ou anti-HLA ainsi qu'en absence de réponse à la transfusion plaquettaire, c'est un agent pré-hémostatique, il active l'agrégation plaquettaire en générant la thrombine [12]. Dans la littérature, les auteurs proposent son administration dans des indications ciblées, notamment en cas de chirurgie ou d'extraction dentaire, afin de réduire les risques immunologiques [13], [14]. La transplantation de cellules souches hématopoïétiques est une option à envisager pour les cas graves [15].

5 CONCLUSION

Vu que le Maroc est un pays à forte consanguinité, la TG y est assez fréquente par rapport à d'autres pays, d'où l'intérêt de penser à cette maladie hémorragique devant un saignement à début précoce avec un bilan d'hémostase de 1^{ère} intention normal. La prise en charge repose avant tout sur la prévention pour éviter les transfusions plaquettaires itératives et ainsi éviter une éventuelle immunisation. Le facteur VII activé reste l'alternative thérapeutique en cas d'hémorragie réfractaire.

REFERENCES

- [1] L. Zhou et al., « Clinical and molecular insights into Glanzmann's thrombasthenia in China », Clin. Genet., vol. 94, no 2, p. 213-220, août 2018.
- [2] A. Al-Huniti et W. H. Kahr, « Inherited Platelet Disorders: Diagnosis and Management », Transfus. Med. Rev., vol. 34, no 4, p. 277-285, oct. 2020.
- [3] M.-C. Poon, G. Di Minno, R. d'Oiron, et R. Zotz, « New Insights Into the Treatment of Glanzmann Thrombasthenia », Transfus. Med. Rev., vol. 30, no 2, p. 92-99, avr. 2018.
- [4] O. U Ezenwosu, B. F Chukwu, N. A Uwaezuoke, I. L Ezenwosu, A. N Ikefuna, et I. J Emodi, « Glanzmann's thrombasthenia: a rare bleeding disorder in a Nigerian girl », Afr. Health Sci., vol. 20, no 2, p. 753-757, juill. 2020.
- [5] P. Jin, L. Qiu, S. Hao, X. Yuan, et L. Shen, « A 3-Year-Old Girl with Frequent Nose Bleeds », Clin. Chem., vol. 59, no 5, p. 746-749, mai 2013.
- [6] K. Smitha, M. Jyothi, D. Tarangini, A. Prakash, F. D. Souza, et S. Subramanian, « Glanzmann's thrombasthenia – Clinical profile of patients in a tertiary care centre in South India », Pediatr. Hematol. Oncol. J., vol. 1, no 2, p. S2, 2016.
- [7] A. Haghighi et al., « Glanzmann thrombasthenia in Pakistan: molecular analysis and identification of novel mutations », Clin. Genet., vol. 89, no 2, p. 187-192, févr. 2016.
- [8] J.-L. N. Mukendi, S. Benkirane, et A. Masrar, « Thrombasthénie de Glanzmann: à propos de 11 cas », Pan Afr. Med. J., vol. 21, 2015.
- [9] S. Elatiqi et al., « P-258 – La thrombasthénie de Glanzmann chez l'enfant », Arch. Pédiatrie, vol. 22, no 5, p. 298-299, mai 2015.
- [10] S. Al-Battat et al., « Glanzmann thrombasthenia platelets compete with transfused platelets, reducing the haemostatic impact of platelet transfusions », Br. J. Haematol., vol. 181, no 3, p. 410-413, mai 2018.
- [11] V. Jallu et al., « Le risque d'immunisation dans la thrombasthénie de Glanzmann est corrélé à la quantité d'αIIbβ3 résiduel, mais pas au type de mutation », Transfus. Clin. Biol., vol. 24, no 3, p. 344-345, sept. 2017.
- [12] R. Chabchoub Ben Abdallah et al., « Intérêt du facteur VII recombinant dans la thrombasthénie de Glanzmann : à propos d'une observation », Arch. Pédiatrie, vol. 17, no 7, p. 1062-1064, juill. 2010.
- [13] A. Lee et M.-C. Poon, « Inherited platelet functional disorders: General principles and practical aspects of management », Transfus. Apher. Sci., vol. 57, no 4, p. 494-501, août 2018.
- [14] F. Monpoux, H. Chambost, S. Haouy, J. Benadiba, et N. Sirvent, « Le facteur VII recombinant activé en pédiatrie. Hémostatique universel ? », Arch. Pédiatrie, vol. 17, no 8, p. 1210-1219, août 2010.
- [15] S. M. Jobe, « Glanzmann Thrombasthenia », in Transfusion Medicine and Hemostasis, Elsevier, 2019, p. 599-600.

Citoyenneté critique en République Démocratique du Congo : Perception des étudiants envers l'identité de genre en milieu universitaire de Goma

Kankunda Mokit Eric¹, Katurana Jules², Bisomeko Mbambu Zawadi³, Jean Bosco Kahindo Mbeva⁴, and Mitangala Ndeba Prudence⁵

¹Université de Goma, Nord-Kivu, RD Congo

²Université de Catholique La Sapiencia, Nord-Kivu, RD Congo

³Académie Genre, Butembo, Nord-Kivu, RD Congo

⁴ULB-Coopération, Professeur d'Universités: UOR, ULPGL, UCG, RD Congo

⁵ULB-Coopération, Professeur d'Universités: UOR, UCB, 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: Recognizing the dichotomy between innate and acquired gender, this study analyzes the relationships between men and women particularly, in the education sector among young students. This cross-sectional study carried out a questionnaire survey administered to a convenience sample, made up of 380 students from 3 university institutions in Goma, North Kivu, DRC. The themes evaluated concern knowledge towards gender and attitudes towards transdiversity in the training environment. The results show that the majority of respondents (three out of five) admit having perpetrated acts of violence in a university environment during the 12 months of reference. They openly manifest more unequal views of gender promotion. These results illustrate the need to improve the more egalitarian and inclusive learning environment, through awareness raising on positive and hemogenic masculinities in training settings in the Democratic Republic of Congo.

KEYWORDS: Gender-based violence, training environment, positive masculinities, inclusion.

RESUME: Reconnaissant la dichotomie entre l'inné et l'acquis en matière des genres, cette étude analyse les relations entre les hommes et les femmes, particulièrement dans le secteur éducatif chez les jeunes étudiants. Cette étude transversale a procédé par une enquête par questionnaire administré auprès d'un échantillon de convenance, constitué de 380 étudiants de 3 institutions universitaires de Goma, dans la province du Nord-Kivu, en RDC. Les thèmes évalués concernent les connaissances envers le genre et les attitudes envers la transdiversité en milieu de formation. Les résultats montrent que la majorité des répondants (trois sur cinq) reconnaissent avoir perpétré au cours des 12 mois de référence, des actes qui s'apparentent à la violence en milieu universitaire. Ils manifestent ouvertement des opinions plus inégalitaires de la promotion du genre. Ces résultats illustrent la nécessité d'améliorer l'environnement d'apprentissage, afin qu'il soit plus égalitaire et inclusif, à travers des sensibilisations sur les masculinités positives et hémogéniques en milieu de formation en République Démocratique du Congo.

MOTS-CLEFS: Violence basée au genre, milieu de formation, masculinités positives, inclusion.

1 CONTEXTE

Le noble souci de promouvoir l'égalité entre les sexes en termes des droits des filles et des femmes à s'épanouir, à développer des capacités d'implication aux instances de prise des décisions, à l'autonomisation, (...) a motivé l'organisation de plusieurs rencontres internationales, régionales et nationales ayant permis de produire plusieurs instruments et textes visant l'égalité des genres. Malgré les efforts consentis par les acteurs tant nationaux qu'internationaux, peu d'attention est portée sur les espaces de formation pour prévenir des violences basées sur le genre (VBG) dans le pays en développement, particulièrement dans les régions en proie à des conflits armés, notamment le Nord-Kivu en République Démocratique du Congo (RDC). Les VBG relèvent du registre des comportements humiliants, grossiers et inacceptables qui découlent généralement d'un abus de pouvoir^[11]. La notion de justice sociale entre les hommes et les femmes est ainsi bafouée. L'analyse des relations entre les hommes et les femmes relève de la différence entre les sexes et de la dichotomie entre l'innée et l'acquis dans la compréhension de ladite différence. Sont classées VBG toutes formes d'agression sur les filles et les femmes. Ces agressions sont multiples: physiques, psychologiques, déni des ressources ou morales^[1,4]. Les conséquences sont directes et indirectes dans les institutions de formation, particulièrement les parcours des apprenant.e (s), les performances collectives compromettant la quasi intégrité du système d'apprentissage: la qualité de l'enseignement, le dialogue social, la liberté d'expression, caractéristiques des milieux de formation et la réalisation des Droits humains. Certaines études de prévalence indiquent qu'entre 10 % et 70% des filles et femmes sont victimes de violence basée sur le genre en milieu de formation, en particulier les institutions supérieures et universitaires^[1,2,3,4]. En RDC, les violences en milieu scolaire sont plus vécues par un grand nombre d'adolescents, en particulier les filles, y compris dans l'espace virtuel^[3,4]. Ces statistiques varient selon les définitions adoptées de la violence, la méthode d'enquête employée et la population visée. Les recherches publiées à ce jour, sur les violences dans milieu de formation, ont principalement mis plus l'accent sur la description des différents types de violences que subissent les élèves filles et les étudiantes.

Si la littérature abonde sur les types de VBG, les études sur la perception de l'identité de genre par les jeunes garçons ou étudiants comme auteurs potentiels des violences, sont relativement récentes et limitées ^[16]. Pourtant, la promotion de l'égalité entre les sexes, comme un des objectifs majeurs du développement doit avoir ses racines dans le chef de garçons, surtout en Afrique où certaines valeurs culturelles sur cette question, demeurent discutables dans un monde contemporain. Toutes les femmes sont élevées dès l'enfance dans la croyance que l'idéal de leur caractère est tout le contraire de celui de l'homme; elles sont dressées à ne pas vouloir par elles-mêmes, à ne pas se conduire d'après leur volonté, mais à se soumettre et à céder à la volonté d'autrui^[1,2,3,4]. Il s'agit d'une réalité d'éducation encore vécue par les filles et les garçons à Goma. A titre d'illustration, les garçons apprennent qu'ils sont naturellement forts, dotés de pouvoir, sensés parler en public, alors que les filles sont sensibles aux émotions d'autrui, doivent s'occuper des autres et ne parler qu'en privée. Ces valeurs culturelles susceptibles de mener à des violences sont globalement partagées à Goma, ville dans laquelle vivent des jeunes adultes, des étudiants qui sont encore dans la phase sensible de leur développement interpersonnel. Dans ce contexte, la problématique d'égalité des sexes est potentiellement préoccupante, car ces valeurs peuvent constituer une source de blocage de l'éducation saine des filles et le précurseur des formes plus sévères des violences à la fois conjugales, familiales, communautaires ou régionales. En effet, il est stipulé que le début de l'âge adulte soit une opportunité unique d'intervenir afin de prévenir le développement des facteurs de violence chronique^[1,4,12].

Afin de proposer aux décideurs des secteurs éducatif et sanitaire du Nord-Kivu des pistes de solutions, par exemple, en lien avec le programme d'intervention préventive en termes des masculinités positives dans les milieux de formation en situation des conflits armés, il est nécessaire d'acquérir une meilleure compréhension de l'étiologie de cette violence et des mécanismes associés aux inégalités entre les sexes dans les milieux universitaires de la RDC. Les résultats des travaux portant sur la promotion de l'égalité entre les sexes en milieu universitaire illustrent le fait que la compréhension de la construction de l'identité de genre est mince, et mérite encore à clarifier pour orienter les mécanismes des pratiques préventives. C'est pourquoi, la présente étude s'est donnée comme objectif d'explorer les comportements masculins (connaissances et attitudes) liés aux aspects clés de l'identité de genre en milieu universitaire, avant de proposer quelques pistes sur la mise en œuvre des politiques et des initiatives de promotion des droits des filles à l'éducation en contexte des conflits armés. Autrement Dit, cette étude se propose d'analyser les attitudes et les comportements actuels des jeunes étudiants, en rapport avec une gamme de questions liées à l'égalité des sexes, concernant notamment les formes de violence fondée sur le genre (sexuelle, physique et psychologique) dans les relations intimes et sexuelles, l'utilisation des services de santé, la communication avec le partenaire concernant les rapports sexuels ainsi que la justification du système spécifique au genre (les stéréotypes de genre et les idéologies sexistes).

2 METHODE

L'approche de cette étude était quantitative, analytique et transversale. Les participants ayant participé à l'enquête étaient des étudiants de premier cycle (Graduat) choisis volontairement¹ dans quatre (4) institutions supérieures et universitaires publiques et privées de Goma: Université de Goma (UNIGOM), Institut Supérieur de Commerce (ISC), Institut Supérieur de Développement Rural (ISDR-GL) et Institut Supérieur Technique Appliquée (ISTA). L'échantillon était composé de 380 âgés de 17 à 38 ans (Moyenne = 22,16; Ecart type= 2,55). Un questionnaire inspiré de l'échelle des hommes égalitaires et JSSG², a permis de collecter les données au mois de Novembre 2020, lors de la reprise des activités académiques à la suite de la crise sanitaire de la COVID-19. Deux parties ont composé ce questionnaire, complété par les questions se rapportant aux données socio démographiques. La première partie, (items 1 à 17) vérifiait *les connaissances* sur l'identité de genre à travers cinq aspects principaux: les formes de la violence fondée sur le genre, la construction du rapport du pouvoir dans les relations sexuelles, la santé génésique à l'épreuve de la différence de pouvoir entre les hommes et les femmes, les travaux domestiques et le soin des enfants, l'homophobie et les relations avec les autres hommes. La seconde partie du questionnaire (items 18 à 32) évaluait *les attitudes* des étudiants envers l'identité de genre en milieu universitaire à partir d'une échelle Likert, s'échelonnant de 1 (totalement d'accord) à 3 (totalement en désaccord). Le questionnaire administré a indiqué un degré de cohérence interne satisfaisant ($\alpha = 0,76$).

Avant tout, les responsables des institutions universitaires ciblées avaient été informés du contenu de la recherche (nature, sujet, objectifs, retombées, etc.). Une autorisation avait été obtenue pour entrer en contact avec les étudiants lors de leurs pauses. En face de chaque participant, avant l'administration du questionnaire, une brève explication des objectifs de l'étude était réalisée. Les participants prenaient en moyenne une demi-heure pour remplir le questionnaire. En fin, un mot de remerciement était adressé à tous les participants à l'étude. En conformité avec les règles éthiques en matière de collecte de données (confidentialité et liberté de participation), nous leur avons en outre assuré que leur participation était volontaire et anonyme, et qu'ils pouvaient arrêter à tout moment de remplir le questionnaire. Cette étude avait fait l'objet de l'approbation du comité d'éthique de la Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education de l'Université de Goma. Les analyses statistiques avaient été réalisées à l'aide de la version 23 du logiciel Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

3 RESULTATS

Les analyses indiquent six sections des résultats en fonction des objectifs de l'étude dans les milieux universitaires de Goma: les formes de la violence fondée sur le genre, la construction de rapport du pouvoir dans les relations sexuelles, la santé génésique à l'épreuve de la différence de pouvoir entre les hommes et les femmes et les travaux domestiques et le soin des enfants (*Tableau 1*) d'une part, et d'autre part, l'homophobie et les relations avec les autres hommes (*Tableau 2*).

¹ Critères d'inclusion : être inscrits à l'institution ciblée par la recherche, affiché l'intérêt de participer délibérément à l'enquête.

² [Gender-Equitable Men (GEM) Scale] et de Justification du Système Spécifique au Genre

Tableau 1. Attitudes inégalitaires de 380 étudiants envers l'identité de genre en milieu universitaire de Goma

	% citations
Les formes de la violence fondée sur le genre.	
On ne parle pas du sexe, on doit le pratiquer	71%
Garçon doit avoir le dernier mot pour les décisions de ses relations	71%
Garçon a besoin d'autres filles	64%
Insulter pour défendre leurs réputations	60%
Filles méritent d'être battues	54%
Garçon peut agresser sa copine,	44%
La construction de rapport du pouvoir dans les relations sexuelles	
Seuls les garçons sont toujours prêts à avoir des rapports sexuels	72,60%
Garçon a le plein droit de décider de type des relations sexuelles à réaliser avec sa copine	70,10%
Garçon a plus besoin de sexe qu'une femme	63,30%
La santé génésique à l'épreuve de la différence de pouvoir entre les hommes et les femmes.	
Il revient à la fille ou à la femme seule, d'éviter la grossesse	76,80%
Disqualifier les filles ou les femmes qui utilisent systématiquement les préservatifs	64,80%
Etre scandalisé d'une fille qui propose l'usage systématique du préservatif lors des rapports sexuels	59,40%
Les travaux domestiques et le soin des enfants	
Rôle important d'une femme est celui de prendre soin de son foyer et de cuisiner pour sa famille	85,50%
Travaux domestiques reviennent uniquement aux filles	79,60%
L'homophobie et les relations avec les autres hommes	
S'écarter systématiquement d'un garçon qui agirait comme une fille	84%
Discriminer l'homosexualité dans le milieu universitaire	76%

Tableau 2. Attitudes égalitaires de 380 étudiants envers l'identité de genre en milieu universitaire de Goma

	%citations
Les normes équitables de genre	
Utilité d'avoir les garçons ou les filles avec les quelles, on peut discuter des problèmes	48,40%
Couple doit décider conjointement pour avoir des enfants	38,40%
Hommes et les femmes possèdent les mêmes chances dans la vie	36,60%
Garçon rend une fille enceinte, la responsabilité de l'enfant n'appartient pas seulement à la fille	46%
Présence du père comme importante dans la vie de ses enfants s'il ne vit plus avec leur mère	44%
Homme a besoin de savoir ce qu'aime son partenaire	41%
Garçon et une fille doivent décider ensemble sur le type de contraception à utiliser.	37%
La justification du système spécifique au genre	
Homme et une femme peuvent devenir riches et heureux autant l'un que l'autre	42%
Hommes et les femmes possèdent les mêmes chances dans la vie;	37%
Monde professionnel donne les mêmes chances aux femmes qu'aux hommes	37%
En travaillant dur, les hommes et les femmes obtiennent autant ce qu'ils veulent	34%
Au travail, les hommes et les femmes ont les mêmes chances de devenir chef	33%
En général, l'homme et la femme font ces choses autant l'un que l'autre	33%
En général, les salaires des hommes et des femmes correspondent à leurs compétences	32%
Le milieu universitaire permet autant aux hommes qu'aux femmes d'avoir ce qu'ils méritent.	29%

LES FORMES DE LA VIOLENCE FONDÉE SUR LE GENRE

Environ trois sur cinq étudiants interrogés (58,6%), déclarent avoir « *parfois à toujours* » perpétré dans les milieux universitaires, des actes de violence fondée sur le genre. Les résultats témoignent qu'à Goma, les filles dans l'ensemble, en milieu universitaire sont fréquemment victimes d'actes de violence fondée sur le genre, en particulier sous forme de violence perpétrée par un partenaire intime et de harcèlement sexuel. La plupart des hommes/garçons interrogés dans les quatre institutions universitaires (n=380) ont, pour l'essentiel, des opinions inégalitaires quand il leur est demandé de s'exprimer sur les formes de violence basée sur le genre, en termes de la violence physique, de la violence émotionnelle ou des préjugés pour la vie des filles/femmes en contexte d'apprentissage. Les opinions sont en divergence d'intérêts: la majorité des participants à l'étude considèrent qu'on ne parle pas du sexe, on doit le pratiquer (71,3%); un garçon doit avoir le dernier mot pour les décisions de ses relations avec une fille, et qu'une fille doit tolérer la violence pour garder son amitié avec son copain (70,6% respectivement); le garçon a besoin d'autres filles, même si les choses vont bien entre lui et sa copine (64,1%); une forte sensibilité d'insulter pour défendre leurs réputations par la force est soutenue par plus de la moitié (60,1%); les filles méritent d'être battues à certains moments par leurs copains même dans les milieux universitaires (54,1%), et environ la moitié des participants déclarent qu'un garçon peut agresser sa copine, si elle lui refuse des rapports sexuels (44,1%).

LA CONSTRUCTION DE RAPPORT DU POUVOIR DANS LES RELATIONS SEXUELLES

Sept participants sur dix abordés rapportent afficher « *parfois à toujours* » des attitudes inégalitaires liées à la sexualité envers les étudiantes en milieu universitaire. Les participants pensent que dans les relations amoureuses, seuls les garçons sont toujours prêts à avoir des rapports sexuels (72,6%); le garçon a le plein droit de décider du type des relations sexuelles à réaliser avec sa copine (70,1%) et, un homme a plus besoin de relations sexuelles qu'une femme (63,3%).

LA SANTÉ GÉNÉSIQUE À L'ÉPREUVE DE LA DIFFÉRENCE DE POUVOIR ENTRE LES HOMMES ET LES FEMMES

Les rôles et les comportements distincts des garçons et des filles régis par les normes et les valeurs de la société conduisent à des différences de genre en matière de la planification familiale ou à la prévention des maladies sexuellement transmissibles, notamment l'utilisation systématique de préservatifs. Les résultats de l'enquête en milieu universitaire témoignent des comportements sexuels à risque chez les jeunes adultes. Sept étudiants interrogés sur dix manifestent des attitudes défavorables envers les filles qui adoptent des comportements sexuels responsables. Plus de la moitié des étudiants interrogés déclarent qu'il revient à la fille ou à la femme seule, d'éviter la grossesse (76,8%), disqualifient les filles ou les femmes qui utilisent systématiquement les préservatifs (64,8%) et sont scandalisés d'une fille qui propose l'usage systématique du préservatif lors des rapports sexuels (59,4%).

LES TRAVAUX DOMESTIQUES ET LE SOIN DES ENFANTS

Les jeunes adultes, futurs responsables de foyer affichent dès leurs formations académiques, des attitudes défavorables des responsabilités face aux ménages. Presque la totalité des répondants considèrent que le rôle important d'une femme est celui de prendre soin de son foyer et de cuisiner pour sa famille (85,5%); et les travaux tels que changer les couches, donner le bain au bébé, faire le nettoyage et à manger aux enfants sont des tâches qui reviennent uniquement aux filles (79,6%).

L'HOMOPHOBIE ET LES RELATIONS AVEC LES AUTRES HOMMES

Quatre étudiants sur cinq ont manifesté des attitudes très discriminatoires et stigmatisantes envers les relations diverses ou la transdiversité en milieu universitaire. Les participants déclarent s'écarter systématiquement d'un garçon/fille qui agirait comme une fille (83,8%) et se déclarerait homosexuel/lesbienne dans le milieu universitaire (75,8%).

LES NORMES ÉQUITABLES DE GENRE

Les attitudes et les comportements actuels des jeunes relatifs aux questions liées à l'égalité des sexes, sont des conducteurs des violences en milieu universitaire de Goma. Globalement, deux participants sur cinq ont déclaré manifester des attitudes égalitaires entre les sexes. Ils s'engagent à faibles proportions à des propositions suivantes: l'utilité d'avoir des garçons ou des filles avec les quelles, ils peuvent discuter des problèmes (48,4%); lorsque le garçon rend une fille enceinte, la responsabilité de l'enfant n'appartient pas seulement à la fille (46%); la présence du père comme importante dans la vie de ses enfants s'il ne

vit plus avec leur mère (44%); l'homme a besoin de savoir ce qu'aime son partenaire (41%), un couple doit décider conjointement pour avoir des enfants (38,4%); les hommes et les femmes possèdent les mêmes chances dans la vie (36,6%) et un garçon et une fille doivent décider ensemble sur le type de contraception à utiliser (33%).

LA JUSTIFICATION DU SYSTÈME SPÉCIFIQUE AU GENRE

Une faible proportion des étudiants des institutions universitaires de Goma, le tiers de participants dans l'ensemble, est susceptible de promouvoir les droits de l'égalité des chances en milieux d'apprentissage scolaire. Comme illustrent les résultats: un homme et une femme peuvent devenir riches et heureux autant l'un que l'autre (42%); des hommes et des femmes possèdent les mêmes chances dans la vie et le monde professionnel donne les mêmes chances aux femmes qu'aux hommes (37% respectivement); en travaillant dur, les hommes et les femmes obtiennent autant ce qu'ils veulent (34%); au travail, les hommes et les femmes ont les mêmes chances de devenir chef. De même que dans une famille, il y a beaucoup de choses à faire, en général, l'homme et la femme font ces choses autant l'un que l'autre (33%); en général, les salaires des hommes et des femmes correspondent à leurs compétences (32%); le milieu universitaire permet autant aux hommes qu'aux femmes d'avoir ce qu'ils méritent (29%).

4 DISCUSSION

L'étude visait à analyser les attitudes et les comportements actuels des jeunes hommes relatifs à une large gamme de questions liées à l'égalité des sexes. Il s'est agi d'évaluer la perception d'égalité entre femmes et hommes dans la société, le milieu professionnel et la sphère privée. Autrement dit, défendre, soutenir, et justifier les structures sociales, économiques et politiques telles quelles sont dans la promotion de l'égalité entre les sexes. Les résultats indiquent que trois sur cinq étudiants interrogés arrivent à perpétrer dans les milieux universitaires, des actes qui s'apparentent à la violence fondée sur le genre. Des attitudes des discriminations en termes de l'homophobie et des difficultés relationnelles avec des autres hommes complète ce tableau. La majorité d'étudiants interrogés déclarent manifester régulièrement des attitudes défavorables envers les filles qui adoptent des comportements sexuels responsables. Or, les masculinités positives contribuent à la promotion de la santé et de l'éducation de la jeune fille ou du jeune garçon. Les orientations sexuelles peuvent teintées par moment en Afrique les normes sociales et culturelles. En conséquence, les attitudes envers les minorités sexuelles peuvent contribuer aux difficultés de l'intégration sociale de l'étudiant. Ces avis sont confirmés par les attitudes envers les rapports d'inégalité entre les sexes en milieu académique de Goma. Presque la totalité des répondants considèrent que le rôle important d'une femme est celui de prendre soin de son foyer et de cuisiner pour sa famille, et que les travaux tels que changer les couches, donner le bain au bébé, faire le nettoyage et à manger aux enfants soient des tâches qui reviennent uniquement aux filles.

Ces résultats illustrent la problématique d'une mauvaise construction de l'identité de genre dans les milieux universitaire de Goma. Les opinions récoltées à Goma appuient les conclusions d'autres chercheurs. Ces comportements sont aussi observés chez les hommes des autres continents. En 2011, une étude menée au Canada a montré qu'environ un tiers d'étudiantes des Universités Québécoises ont déclaré subir au moins un comportement de coercition sexuelle ou un acte de violence physique et ont été victimes de violence psychologique sévère associée à une histoire de négligence, à l'agression sexuelle dans l'enfance, à la durée de la relation et aux problèmes de communication^[6,11]. Alors que la violence physique était reliée à une histoire dans l'enfance et aux problèmes de communication dans la relation. La coercition sexuelle était associée au fait d'être témoin de violence familiale et aux conflits dans la relation. En Afrique, les mœurs socio culturelles congolaises poussent les étudiants au harcèlement sexuel^[7] et à l'ampleur du taux de violence sexuelle dans le milieu éducatif^[7,8,16]. A Goma, plusieurs comportements liés à des violences sexuelles basées sur le genre en milieux universitaires sont documentés: l'interpellation en caractère sexuel et les histoires des blagues sexuelles^[16], les tentatives d'avoir des relations sexuelles sans consentement^[7], et les regards offensants envers les étudiantes, les promesses de récompense pour les futures faveurs sexuelles^[7,16], le fait d'avoir vécu un climat de représailles ou le refus d'activités sexuelles à l'Université ou dans l'auditoire^[7]

5 CONCLUSION

Dans un contexte marqué des conflits armés, la majorité des étudiants enquêtés à Goma défendent des attitudes défavorables envers la construction de l'identité de genre et des rôles traditionnels ou rétrogrades sensibles aux violences basées au genre. Ils expriment des opinions plus ouvertes et plus inégalitaires envers l'identité de genre en milieu universitaire sur une période de référence de 12 mois. Le défi de la construction d'un monde plus égalitaire est visible dans le secteur éducatif congolais. Face à cette problématique, il serait par intéressant de:

- Modifier *les stratégies de socialisation* des garçons et des filles au niveau de la famille et dans le système scolaire. Par exemple, (i) remettre en cause et éliminer les stéréotypes sexistes liés aux rôles sociaux, politiques et économiques des garçons et des femmes; (ii) envisager d'instaurer des programmes scolaires sexotransformateurs pour les garçons et pour les filles; (iii) former les jeunes garçons et d'autres membres du personnel scolaire à reconnaître des maltraitements infligés à des filles et à intervenir le cas échéant;
- Donner aux jeunes garçons des moyens de *devenir des agents du changement* en faveur de l'égalité des sexes dans les milieux universitaires à travers des séances d'échanges qui misent sur les capacités des étudiants à porter un regard critique sur la transformation des normes et des pratiques inégalitaires en matière de genre; soutenir la création de mouvements militants dirigés par les jeunes afin de promouvoir l'égalité des sexes dans le secteur éducatif de la RDC;
- Mobiliser les étudiants afin de *reconnaitre les besoins des filles* en matière de santé reproductive;
- Mener des recherches appliquées complémentaires sur les jeunes hommes et les masculinités par des *analyses de la représentation* des filles envers la diversité sexuelle et des changements politiques en faveur de l'égalité totale pour les femmes et les filles et, former les jeunes hommes à *inciter, à encourager le leadership des femmes* et à créer un environnement scolaire favorables aux filles.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'union européenne et le gouvernement belge pour le financement du PADISS (Projet d'Appui au Développement Intégré du Système de Santé de la province du Nord Kivu) à travers lequel la publication cet article a été réalisée.

REFERENCES

- [1] AKPAKA, O. (2007). Analyse genre du programme de coopération. Cote d'Ivoire - UNICEF.
- [2] ACTIONAID INTERNATIONAL, (2013) Non à la violence sexuelle faite aux filles en milieu scolaire. Kenya.
- [3] CHAHERLY-HARRAR, S. (1999). L'assujettissement des femmes, de John Stuart Mill. Consulté le decembre 5, 2018, sur <https://www.erudit.org/fr/revues/rf/1999-v12-n2-rf1660/058044ar/>.
- [4] DUBOIS-COUTURE, A., HEBERT, M., ROBICHAUD, M., GAGNE, M.-H. ET BOUCHER, S. (2011). Analyse des facteurs de risque associés à la victimisation psychologique, sexuelle et physique des étudiantes universitaires dans le contexte de leurs relations amoureuses. *Revue de psychoéducation*, 40 (2), 217–239. <https://doi.org/10.7202/1061846ar>.
- [5] DIATKINE, G. (1966). Agressivité et fantasme d'agression. *Revue Francophone*. Vol. XXX, Numéro spécial, 15-93.
- [6] FRANCO, M., VENET, M. ET CORRE, A et MOLINA, E. (2015). La relation entre les connaissances et les attitudes concernant la diversité sexuelle chez les futurs enseignants au Québec. *Revue des sciences de l'éducation*, 41 (2), 277–300. <https://doi.org/10.7202/1034036ar>.
- [7] KAMBALE, M (2018). Etude des violences sexuelles vécues par les étudiantes en milieu universitaire (enquête menée à l'Université de Goma). Nord-Kivu /RDC.
- [8] Rapport d'enquête, (2016). Le harcèlement et violence à caractère sexuelle dans le milieu universitaire. Cote d'Ivoire.
- [9] PRAIRAT, E. (2001). Sanction et socialisation, Education et Formation. PUF.
- [10] TANANG, H. M. (2013). Les violences basées sur genre à l'école en République centrale. Récupéré sur <https://doi.org/10.4000/Rechercheseducations.1563>.
- [11] RAPPORT DE LA VIOLENCE SEXUELLE, (Décembre 2016). Violence sexuelle en milieu universitaire au Québec. Québec.
- [12] WINNICOTT, D. (1950). L'agressivité et ses rapports avec le développement. Payot. Paris.
- [13] RAPPORT (Mars, 2011) des conclusions du premier forum sur la femme rurale en Algérie et du congrès femme rurale au Maghreb.
- [14] RAPPORT DE L'ONU FEMMES PROMUNDO-US (2017). L'enquête internationale sur les hommes et l'égalité des sexes (images) Moyen-Orient et Afrique du nord: l'Egypte, le Liban, le Maroc, la Palestine.
- [15] INTER-AGENCY STANDING COMMITTEE (2015). Directives pour l'intégration d'interventions ciblant la violence basée sur le genre dans l'action humanitaire.
- [16] KATSURANA, J (2019). Genre et développement. Notes de cours, Université Catholique La Sapiientiel, Goma, Nord-Kivu, RDC.

Les caractères antipathiques des rues camerounaises dans les romans « *Le Cri muet* » de Guillaume Nana et « *Petit Jo, enfant des rues* » d'Evelyne Mpoudi Ngollé

[The unsympathetic characters of the Cameroonian streets in novels « *Le Cri muet* » of Guillaume Nana and « *Petit Jo, enfant des rues* » of Evelyne Mpoudi Ngollé]

Pascal Graobé

Doctorant à l'Université de Ngaoundéré, 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: Literary imagination is based on space which served as support. Since then, literary space is an indissociable element of other literary elements. The space, according to the fact that it's private or public, reveals itself as the focal point of social interactions. Considering public space in novels, the street appears like a place where several characters of different rank and social class meet themselves. This article proposes the analysis of Cameroonian social streets representation in two novels, namely « *Le Cri muet* » of Guillaume Nana and « *Petit Jo, enfant des rues* » of Evelyne Mpoudi Ngollé. It broaches the social image problem of streets in relation to vulnerable persons, particularly street children. The fundamental question to which our analysis tries to respond is: what are the unsympathetic characters of street in contemporary Cameroonian's novels? It is to demonstrate how the novel writers cited above reproduce, and contradict the social representation of streets in their respective novels. To resolve this problem statement, we convene the socio-poetic approach of Alain Montandon who analyses the manner in which representations and social imaginaries informs the text in its writing. It results from this social apprehension of streets representations in Cameroonian novel that the latter are places where socio-pathies occur. So, they participate to the exclusion of streets children.

KEYWORDS: Characters, Unsympathetic, Streets, Adolescents, Novel.

RESUME: L'imaginaire littéraire repose sur l'espace qui en est le support. Dès lors, l'espace littéraire est un élément indissociable des autres éléments littéraires. Il se révèle en un carrefour d'interactions sociales des personnages selon qu'il est privé ou public. En considérant l'espace public romanesque, la rue apparaît comme un lieu de rencontre de plusieurs personnages de rang et de classe sociaux différents. Cet article se propose d'analyser la représentation sociale des rues camerounaises dans deux romans, notamment *Le Cri muet* de Guillaume Nana et *Petit Jo, enfant des rues* d'Evelyne Mpoudi Ngollé. Il aborde la problématique de l'image sociale des rues en rapport avec les enfants de la rue. La question fondamentale à laquelle notre analyse tente de répondre est la suivante: quels sont les caractères antipathiques qui se dégagent de la représentation sociale des rues dans le roman contemporain camerounais ? Il s'agit de démontrer comment les romanciers ci-dessus cités, reprennent, manipulent et contredisent la représentation sociale des rues dans leurs romans respectifs. Pour traiter cette problématique, nous convoquons l'approche sociopoétique d'Alain Montandon qui entend analyser la manière dont les représentations et l'imaginaire social informent le texte dans son écriture même. Il résulte de cette lecture de la représentation sociale des rues dans le roman camerounais que ces dernières sont des lieux où se développent des sociopathies qui participent de l'exclusion des enfants de la rue.

MOTS-CLEFS: Caractères, Antipathiques, Rues, Adolescents, Roman.

1 INTRODUCTION

Les représentations sociales des rues sont nombreuses dans les romans contemporains camerounais, notamment *Le Cri muet* de Guillaume Nana et *Petit Jo, enfant des rues* d'Evelyne Mpoudi Ngollé. Les rues apparaissent dans lesdits romans comme des micro-espaces urbains où se rencontrent plusieurs personnages de différents rangs et classes sociaux. Elles deviennent ainsi une construction à la fois territoriale et sociale, et constituent ipso facto une marge spatiale et sociale dérivée des interactions sociales. Cependant, il est important de questionner les images sociales qui se dégagent des rues camerounaises en rapport avec les enfants de la rue. Notre réflexion est menée en deux parties. D'une part, elle tente de définir et de construire les rues, et d'autre part, elle analyse les différents caractères antipathiques des rues qui handicapent le développement social et concourent à éconduire les enfants de la rue de ces espaces de vie urbains.

2 LA RUE: ESPACE PUBLIC ET MARGE SPATIALE

La rue est un élément primordial de la territorialité urbaine. Elle y est inscrite par des caractéristiques et marques qui lui sont propres et qui la distinguent des autres espaces urbains.

2.1 DÉFINITION DE LA RUE

Marie Morelle [2] définit la rue comme un « *élément urbain primordial, espace de circulation et espace de sociabilité.* » (p.23). Pour elle, la rue en tant qu'espace, n'existe que par la ville; elle est un espace neutre réservé à la circulation des personnes qui entrent en relation soit pacifique, soit conflictuelle.

Mais Antoine Fleury [3], quant à lui, pense que la rue est un ensemble de lieux localisables dans une ville. Il écrit:

La rue est avant tout un ensemble de lieux distincts, définis par leur position. Ces lieux ont des fonctions et statuts divers: logements, lieux de travail ou encore fonds de commerce. Ils sont de statut privé, public ou semi-public. [...] Cependant, ces lieux existent dans la mesure où ils sont mis en relation par la voie publique, qui permet aux usagers – tous modes de déplacement confondus la plupart du temps – de circuler librement d'un point à un autre. La rue constitue donc un système de lieux proches les uns des autres, mis en relation par des pratiques. (p. 34).

La définition qu'Antoine Fleury donne de la rue révèle que c'est un espace hétérogène par la nature de ses composantes. Elle s'étend aux espaces réservés à la circulation, au commerce et bâtiments abritant des services. La rue devient un espace de chevauchement entre espace privé et espace public car elle est investie au quotidien par un ensemble d'activités sociales et pratiques multiformes.

Les définitions avancées par les auteurs suscités présentent la rue comme un espace non délimité qui participe de la construction d'une territorialité urbaine. C'est un espace neutre par sa nature et sa fonction. Elle n'existe que par la présence des individus ou groupes sociaux qui y interagissent.

2.2 LES CONSTITUANTS DE LA RUE

La rue, considérée comme un espace où les hommes de toutes les catégories sociales se meuvent, est en réalité un assemblage de micro-espaces urbains ouverts. Elle n'est nullement un espace géographiquement délimité ou délimitable. Son marquage est plus idéal que matériel. En d'autres termes, il n'existe pas de frontières matérielles entre la rue et le reste de l'espace urbain.

Dans le corpus, la rue des enfants est constituée d'espaces qui constituent leurs lieux de fréquentation. Elle se construit par le biais de leur mobilité à longueur de journée. Marie Morelle [2] soutenait déjà que: « *Assurément, la territorialité des enfants [de la rue] doit s'analyser dans le mouvement plus que dans l'immobilité en un espace donné.* » (p. 253).

L'un des espaces constitutifs de la rue des enfants est l'espace commercial. Les enfants de la rue passent une bonne partie de leur journée dans les marchés où ils mènent plusieurs activités de survie. Dans *Petit Jo, enfant des rues* d'Evelyne Mpoudi Ngollé [4] le narrateur rapporte qu'« *Au marché du Mfoundi, les « porteurs » étaient nombreux et donc la concurrence acharnée: toute dame qui passait par la route du marché au volant d'une voiture était une cliente potentielle.* » (p. 7). Petit Jo ainsi que les autres enfants passent régulièrement leur journée au marché du Mfoundi où ils exercent le métier de porteur de marchandises ou vivres des femmes s'y ravitaillant. De même, les enfants de la rue restent devant les halls des supermarchés. C'est le cas de Petit Jo dans le roman éponyme [4]. Le narrateur rapporte que « *Cet après midi-là, Petit Jo avait choisi de*

travailler devant le supermarché Bonnes Courses. Il gardait les voitures, en nettoyait d'autres pendant que les propriétaires faisaient les emplettes à l'intérieur du magasin. » (p. 97). Les espaces marchands deviennent ainsi des lieux que les enfants de la rue territorialisent comme siens car ils y trouvent les moyens de subsistance.

Ensuite, les enfants de la rue fréquentent les espaces de loisirs tels que les cinémas. C'est le cas de Man et Aloga qui font du marchandage devant le cinéma *Portiques*. Le narrateur raconte [4]: « Il retrouvait Aloga devant le cinéma *Portiques*, et tous les deux négociaient un prix. » (p. 75). Le cinéma, lieu de forte fréquentation pour la distraction, est également un lieu de trafic d'objets que les enfants de la rue volent ou arrachent aux passants.

Enfin, la rue des enfants est constituée des espaces de transport de masse. Les enfants de la rue s'y rendent pour des besoins divers. Dans *Le Cri muet* de Guillaume Nana [5], Patouki et ses amis se rendent à la gare ferroviaire de Gadere pour voyager:

À Gadere, nous vîmes une gare ferroviaire pour la première fois. La foule qui s'agitait sur le quai était bruyante et manifestait cette exubérance qui semble toujours précéder le départ d'un train. Les passagers, munis de tickets, prenaient d'assaut les wagons. Sans argent pour payer nos tickets, Toloum, Bouba et moi, nous nous mîmes en retrait des grands mouvements de la foule. » (p. 52).

Patouki ainsi que ses amis se rendent à la gare ferroviaire afin de voyager subrepticement par train pour se rendre à Ngotown. Leur entreprise est mue par le désir de fuir la misère de leurs villages respectifs pour trouver un mieux-être ailleurs. La gare ferroviaire se décline en un adjuvant qui aide les enfants de la rue à quêter une vie meilleure dans un espace lointain.

En somme, la rue n'est pas un espace matériellement délimité. Elle est un espace public ouvert à toutes les catégories sociales. S'agissant particulièrement de la rue des enfants, elle est un ensemble de micro-espaces éparés, localisables dans l'espace urbain à travers la mobilité des enfants. Elle est un milieu de vie qu'ils investissent et comprennent au cours de leur mouvement dans les villes. Cependant, ces micro-espaces constituent des marges spatiales urbaines où s'observent des comportements antisociaux qui font des enfants de la rue des marges sociales.

3 LES SOCIOPATHIES VÉCUES PAR LES ENFANTS DE LA RUE

Prise comme un espace public ouvert à toutes les catégories sociales, la rue est un espace où s'observent d'interactions entre les individus et groupes sociaux. C'est pour cette raison que Marie Morelle [2] affirme: « *Espace de la rencontre et de l'interaction, l'espace public est également celui des frottements et de tensions.* » (p. 25). En d'autres termes, la rue est un espace où s'observent des comportements négatifs de la société qui, au risque d'anéantir, déshumanisent l'Homme.

Les représentations sociales des rues dans les deux romans camerounais révèlent que ce sont des espaces de vie où les enfants de la rue subissent plusieurs comportements spécifiques sous-tendus par des pathologies sociales qu'Axel Honneth [6] « *entend [comme] des relations ou des évolutions sociales qui portent atteinte, pour nous tous, aux conditions de réalisation de soi.* » (p. 179). Ainsi, les victimes de ces comportements antisociaux sont reléguées au second rang et constituent dès lors une société entièrement à part ou une marge sociale.

3.1 L'INDIFFÉRENCE ET LE MÉPRIS

Les rues sont des milieux de vie où les enfants de la rue sont victimes de l'indifférence des autres catégories sociales. Dans *Le Cri muet* [5], le narrateur relève l'indifférence d'un passant à l'égard de Toloum qui mendie pour sa survie. Il raconte que

Quand passait un homme, Toloum s'avavançait en tendant la main:

– Pardon, Monsieur !

– Va travailler, fainéant ! répliquait l'homme. Tu n'as pas honte ?

Et Toloum d'attendre, la main tendue. Parfois, l'homme continuait son chemin, sans lui accorder la moindre attention. Parfois aussi, il regardait Toloum de la tête aux pieds et secouait la tête. (p. 59).

Dans cet extrait, Toloum est dédaigné par un passant dans la rue. L'indifférence de cet homme est nourrie d'une pensée populaire selon laquelle les enfants de la rue qui mendient sont des paresseux, des personnes qui ne veulent pas courber l'échine pour travailler et qui ne se livrent qu'à la vie facile. Et le passant la traduit dans sa réplique interrogative: « Tu n'as pas honte ? » qui n'est pas en réalité une demande mais plutôt une interpellation et une sommation de la conscience de l'adolescent. Pour le passant, la mendicité est une activité abjecte à laquelle personne ne devrait s'adonner, et elle n'est pas non plus à encourager. En outre, cette indifférence est accompagnée par une insulte « fainéant », lexique péjoratif qui n'a pour

fonction que d'intimider et de renvoyer le garçon. Enfin, le regard de l'homme est hautain car il toise le garçon. La verticalité descendante du regard (de la tête aux pieds) consiste à marquer la différence qui existe entre les deux catégories ou classes sociales: le riche ≠ le démuné; le fort ≠ le faible. Et elle traduit aussi le rabaissement de l'enfant par rapport à l'homme qui est en face de lui. Ce regard dédaigneux s'accompagne d'un mouvement de la tête – « secouait la tête » – qui n'exprime que le refus d'assistance à une personne socialement vulnérable.

Le mépris est omniprésent et meuble le quotidien des enfants de la rue dans le roman de Guillaume Nana [5]. Patouki le souligne en ces termes: « *Et pourtant, partout c'est la même indifférence. Le dédain est notre lot quotidien et on dirait même que les autres ne supportent pas que nous soyons des humains comme eux, libres et indépendants.* » (p.107).

Dans ce passage narratif, Patouki souligne que tous ses compagnons de la rue sont victimes du comportement méprisant des passants. Pour lui, cette indifférence relève de la mauvaise foi et du refus de la société à améliorer la condition de vie misérable des enfants de la rue. Par conséquent, ces derniers se retrouvent dans une société entièrement à part, délaissée à eux-mêmes et contraints de conjuguer leurs propres efforts, sans moyens adéquats au demeurant, pour subvenir à leurs besoins vitaux. Cette inconsidération consolide leur dépendance et limite leur liberté au sein d'un espace social commun. Une distance sépare inéluctablement les deux groupes sociaux. Les enfants de la rue ne peuvent franchir la frontière quasi-étanche qui les sépare.

De même, cette indifférence s'accompagne des suspicions et de fausses accusations. La société a tendance à considérer les adolescents de la rue comme des êtres potentiellement dangereux qui dérobent marchandises et objets de valeur des passants [5]:

Et souvent, des mbéré kakis nous jetaient de longs regards soupçonneux. Nous n'étions pourtant pas terreurs. Il suffisait de voir tout le mal qu'on se donnait pour ne pas en avoir l'air: notre allure, nos gueules... Les gens qui nous croisaient dans la rue nous dévisageaient, puis détournaient la tête. Nous avions un tempérament peut-être très libre, des habitudes de petits sauvages, sans doute. Mais, qui pouvait nous reprocher d'être venus là pour chercher à nous faire une nouvelle vie ? (p. 56-57).

Patouki remarque que le mépris à leur égard dans la rue s'accompagne de regards insidieux qui se posent sur eux. Ils les amènent à une modification synchrone de leurs habitudes comportementales afin de dévier l'attention de la foule. Les policiers chargés de la sécurité publique et les autres personnes ne les perdent pas de vue, car ils sont nourris des préjugés qui les considèrent comme des personnes dangereuses dont il faut se méfier. Ce sont ces idées préconçues qui justifient les regards inquisiteurs des forces de sécurité qui les dévisagent sans cesse. L'adoption des nouvelles attitudes comportementales par les enfants de la rue est un moyen d'échapper à une imminente rafle et de déconstruire cette image déformée que les policiers et les autres ont de leur personnalité. Or, ils ne sont présents dans la rue que pour trouver des voies et moyens d'échapper aux affres de la vie quotidienne afin de construire une vie modeste et digne d'un être humain.

L'indifférence influe cependant sur l'équilibre psychologique de la victime. Cette dernière se retrouve dans un état de démoralisation qui la plonge dans l'impasse. C'est le cas de Patouki qui présente son trouble psychologique en ces termes [5]: « *Personne qui s'intéresse à vous. Et certains matins, je me réveillais démoralisé. Je ne comprenais pas pourquoi j'étais si misérable, si seul.* » (p. 31).

Les suspicions de la police et d'autres passants conduisent inévitablement à de fausses accusations portées contre les enfants de la rue. C'est par exemple le cas de Petit Jo dans le roman éponyme [4]. Le narrateur rapporte que

Lorsqu'il vit la dame gisant sur le sol, le visage ensanglanté, il la crut morte et voulut la soulever. Un attroupement s'était aussitôt formé autour d'eux. Des mains le happèrent, des coups de poings s'abattirent sur lui sans que Petit Jo y comprît quoi que ce fût.

– Au voleur, au voleur ! Il était avec eux, je l'ai vu ! entendit-il.

– Tuons-le, tuons-le ! vociféra quelqu'un.

Heureusement, des agents de la police arrivèrent et Petit Jo se retrouva rapidement enfermé dans une cellule crasseuse au commissariat central. » (p. 98).

En effet, la propriétaire de la voiture que Petit Jo nettoyait a été agressée par la bande de Man. Ayant assommé la dame, les agresseurs se sont enfuis avec sa voiture afin d'organiser un braquage chez monsieur Komé. Petit Jo, en allant à la rescousse de la victime, est prestement pris par la foule comme l'un des voleurs. L'acte posé par la foule n'est que l'expression de l'image qu'elle a des enfants de la rue. N'eût été l'intervention des policiers, l'enfant serait victime de la vindicte populaire.

En somme, la déconsidération des enfants de la rue est manifeste dans la rue, lieu où se rencontrent toutes les catégories sociales. Cette déconsidération s'exprime par le mépris. Les enfants de la rue apparaissent sous les regards d'autres groupes sociaux comme des objets sans valeur. Ces regards leur ôtent tout caractère humain et les prennent pour des occasions de voyeurisme. L'indifférence ainsi que les suspicions et les fausses accusations créent par conséquent un écart entre les enfants de la rue et les autres personnages vivant dans le même espace.

3.2 LA STIGMATISATION

Philippe Vienne [7] entend la stigmatisation « *comme un processus social conduisant à la dépréciation d'un individu, donc à une perte relative de dignité de ce dernier suite à la révélation d'un signe qui détruit une identité sociale respectable.* » (p.189). Selon Philippe Vienne, la stigmatisation est un comportement antisocial qui vise à éconduire un individu d'un groupe social par la mention de ses stigmates que le sociologue Erving Goffman [8] définit comme « *la situation de l'individu que quelque chose disqualifie et empêche d'être pleinement accepté par la société.* » (p.7). Ces signes négatifs socialisés fonctionnent comme une mesure d'exclusion volontaire. Et Philippe Vienne [7] avait déjà souligné que les stigmates apparaissent comme une sorte d' « exclusion sociale » intemporelle et décontextualisée, comme attribut figé d'une catégorie d'individus... (p. 189). La stigmatisation devient, par ces différentes définitions complémentaires, un processus qui relie une personne à ses caractéristiques indésirables. À ce titre, elle prend la forme d'une discrimination qui, quant à elle interfère avec la négation, le rejet et l'exclusion. Dans la rue, la stigmatisation prend plusieurs formes dans son expressivité.

Dans le corpus, la stigmatisation s'exprime par des appellatifs dépréciatifs qui connotent les stigmates du personnage. Dans *Le Cri muet* [5], Patouki est désigné par un nom qui connote son appartenance géographique :

Nomtema, il faut que tu le saches. À Ngotown, je suis connu sous un drôle de nom: on m'appelle Wadjo, parfois Wadjax !

– Rentre chez toi, Wadjo !, me dit-on souvent.

On fait ainsi allusion à ma région d'origine, et ça ne me plaît pas beaucoup. (pp. 68-69).

Dans l'extrait ci-dessus, la stigmatisation de Patouki prend forme dans l'appellation « Wadjo » qui est une construction lexicale argotique et populaire des natifs du grand sud Cameroun pour désigner péjorativement les originaires de la partie septentrionale du Cameroun. C'est surtout son dérivé « Wadjax » qui fait le comble de la stigmatisation. La syllabe finale, dans sa prononciation en est la preuve. Pour revenir à la stigmatisation proprement dite, il faut retenir que l'appellatif dépréciatif « Wadjo » ou « Wadjax » marque le rejet du personnage étranger qu'est Patouki dans l'espace géographique du sud Cameroun. Il marque cet enfant de la rue du sceau de l'altérité: l'adolescent appartient à la partie septentrionale du Cameroun par opposition à celle du Sud Cameroun. Le *personnage nordiste* est opposé au *personnage sudiste* (Nordiste ≠ Nudiste) dans un espace qui leur est commun. Cette opposition est vice-versa. L'évocation de l'un marque le rejet systématique de l'autre. Cette antinomie résulte des barrières entre les espaces géographiques dont les habitants portent désormais les marques. Ils se refusent dans un espace social conçu sur des critères ou frontières géographiques. Patouki est donc rejeté à cause de son appartenance à un autre espace géographique qui se révèle en stigmat sociogéographique. La fonction principale de cette appellation péjorative est d'exclure l'individu nommé qui peut se construire une nouvelle identité sociale sur la base d'un repli identitaire.

Petit Jo est aussi victime de la stigmatisation. Lors d'une bagarre rangée, Man s'adresse à Petit Jo en ces termes [4]: « *– Toi, le bâtard, tu vas regretter d'être né ! « Bâtard » ! Man avait prononcé ce mot maléfique, celui qui faisait si mal à Petit Jo.* » (p.13). Ayant été abandonné par sa maman à l'hôpital CEBEC de Douala, Petit Jo est un mulâtre qui s'est retrouvé dans les rues après son renvoi du collège protestant de Ndoungué pour faute de pièce d'état civil. Son arrivée dans la rue est mal acceptée à cause de son teint et sa chevelure qui font de lui un être étranger. Ces signes particuliers explicitent son origine blanche. C'est pour cette raison que Man ainsi que sa bande le désignent par le terme « bâtard ». Ce dernier appartient au lexique péjoratif pour déprécier son statut social au sein de la société noire. Petit Jo vit avec ce stigmat dans les rues de Yaoundé. Son rejet des rues par la stigmatisation est le pire mal qui l'offusque. Chaque fois qu'il oit ce mot, il se rappelle toute sa vie d'enfant abandonné par ses parents irresponsables.

La stigmatisation est donc un moyen psychologique d'éconduire des individus identifiés par leurs traits particuliers ou spécifiques d'un groupe social ou d'une communauté. Dans les rues du corpus, ce sont les enfants de la rue qui en font usage dans le but de contrôler le territoire qu'ils fréquentent au quotidien. Chaque enfant ou bande d'enfants vivant dans les rues cherche à dominer le reste du groupe social. Ce comportement antisocial est passif dans la mesure où il n'emploie pas des moyens violents et brutaux comme les rafles et la torture.

3.3 LES RAFLES ET LA TORTURE

La rue présente l'image d'un espace où sévissent les rafles et la torture des enfants de la rue. Elle est un espace délétère pour leurs corps car des forces avilissantes et destructrices s'y construisent et s'y déploient à leur rencontre. Ces pratiques violentes participent de la restriction de l'épanouissement de certains des enfants de la rue si elles n'anéantissent pas d'autres. On observe dès lors de multiples violences physiques exercées sur leurs corps. Compte tenu de leur fragilité, ils ne parviennent pas à ménager leurs corps. Leur vécu dans cet espace public est réduit à une vie d'enfer. La souffrance physique devient leur lot commun et quotidien.

Les enfants de la rue sont sans cesse raflés par les forces de sécurité et battus par de tierces personnes. La rafle constitue et fonctionne comme un moyen d'exclusion des enfants de la rue de cet espace public jugé en insécurité. La police qui, dans sa fonction régalienne de protéger les personnes ainsi que leurs biens, ne manque pas de se mettre à la trousser des enfants de la rue qu'elle juge dangereux pour la société [5]:

Un après-midi alors que je poussais une brouette contenant des vivres, une grosse clameur attira mon attention. Des gosses du marché couraient dans tous les sens. Je vis deux policiers qui entraînaient un enfant appartenant à une autre bande que la nôtre. Le gosse s'agitait, essayant d'échapper à leur étreinte. J'entendis une femme crier:

Chef ! En voici un !

Elle me montrait du doigt. Un policier fendit la foule, bousculant tout sur son passage, en cherchant à m'atteindre. J'abandonnai la brouette de vivres et me mis à courir. Un autre policier à ma gauche, chercha à me contrer. Je leur glissais entre les doigts et fonçai, perdant au passage mes chaussures; et tout en courant, des questions assaillirent mon esprit: Que s'est-il passé ? Où sont mes amis ? (p. 92).

Dans ce discours de Patouki, on réalise que la police ne traque pas seulement les délinquants et les bandits. Elle traque aussi les innocents comme Patouki qui n'était qu'en train de transporter des vivres en contrepartie de quelques sous pour sa survie. D'après la police, les enfants de la rue sont des personnes dangereuses à ne pas perdre de vue. Ce préjugé guide ainsi les comportements spécifiques des policiers. La foule n'hésite pas à accuser faussement les adolescents de la rue et la police ne tarde pas non plus à employer des moyens répressifs sans restriction. C'est la raison pour laquelle ces adolescents, même innocents, ne sont pas épargnés de la hargne policière. La répression installe les enfants de la rue dans une panique perpétuelle et dans l'impasse [5]: « *La vie, pour qu'elle tienne, il faut que ça tourne. Nous sommes réduits à la misère et à l'angoisse des lendemains qui déchantent.* » (p. 108). Sous la pression de cette angoisse née de la répression, les enfants de la rue deviennent fuyards afin d'avoir une vie sauve.

De même dans *Petit Jo, enfant des rues*, la police organise une rafle des enfants de la rue dans la nuit [4]:

Soudain, trois coups de sifflets stridents déchirèrent la nuit: c'était l'alerte convenue pour annoncer la patrouille... En revanche, Petit Jo eut moins de chance. On se demanda ce qu'un petit comme lui faisait dehors à une heure aussi tardive. Un peu hâtivement, les policiers conclurent qu'il ne pouvait s'agir que d'un petit délinquant à l'affût d'un magasin à dévaliser. Menottes aux poings, on le poussa dans l'estafette, au milieu d'autres jeunes gens pris dans la même rafle. (p.129).

Comme dans le roman de G. Nana, la rafle de la police a toujours lieu dans un espace commercial, mais dans la nuit. Petit Jo, par son petit âge est pris dans le filet de la police comme un potentiel larron. Il est menotté et poussé dans le véhicule de la police pour une détention provisoire. Les menottes mises aux poignets de l'adolescent ne signifient rien d'autre que sa privation de liberté. Un fait est remarquable dans ce geste: c'est l'absence d'un interrogatoire. Petit Jo n'a pas été interrogé par la police qui tire à l'immédiat une conclusion qui le déclare suspect. Le corps de l'adolescent est un corps innocent, muet et inoffensif devant la répression policière. Son exclusion apparaît dans l'acte de sa mise en route pour une garde à vue dans la cellule du commissariat. Marie Morelle [2] notait déjà qu'« *À Yaoundé, les rafles débouchent souvent sur des détentions dans des postes de police ou en prison.* » (p. 243).

En dehors de la répression menée par les forces de sécurité, la rue se présente comme un espace où les enfants de la rue sont permanemment battus. Lorsqu'ils sont épargnés de la répression, ils sont torturés par des forces avilissantes. Ainsi, il s'établit entre eux un rapport de force duquel ils ne sortent jamais vainqueurs. C'est le cas de Patouki qui a été agressé et torturé dans la nuit par un gaillard [5]:

En quelques secondes, il me fouilla lui-même. Il retourna toutes mes poches, puis il m'envoya au sol d'un coup de poing. La lame de son couteau fendit l'air avec un bruit menaçant et il disparut dans la nuit.

Dans la ville, tout le monde savait que ce boulevard non éclairé devenait dangereux après le crépuscule: meurtre et agressions avaient fait de la zone un endroit à éviter le soir. Je savais que des bandes de jeunes y rôdaient, prêts à se jeter sur le passant assez imprudent qui s'y aventurerait à la tombée de la nuit. Je savais aussi que lorsque le gibier se faisait rare, ils se dévoraient entre eux, les plus forts s'attaquant aux plus faibles. Jusque-là, je n'avais jamais osé m'y aventurer. Essuyant la sueur qui coulait sur mon visage, je rajustai ma chemise... (p. 29).

Patouki qui a pour demeure la rue, est exposé aux agressions des bandes criminelles qui opèrent sur des lieux stratégiques de la rue. Le manque d'éclairage de la ville dans son ensemble et particulièrement du boulevard favorise les agressions et Patouki en a bonne conscience. Le boulevard est présenté comme un endroit criminogène où les bandits, munis des armes blanches n'hésitent pas à tomber sur tout passager.

Le gaillard le saisit et l'assène de coups de poing pour le maîtriser afin de le dépouiller de son argent. Il profite de la fragilité de l'adolescent ainsi que de sa solitude pour commettre sa forfaiture: on le voit en train de retourner toutes les poches de Patouki. Il apparaît ainsi un déséquilibre physique entre les deux protagonistes. Patouki, qui est un enfant faible par la constitution biologique de son corps est opposé à un gaillard hargneux dont la maturation du corps est atteinte. Ce déséquilibre physique débouche par conséquent sur la victoire du plus fort sur le plus faible.

4 CONCLUSION

En définitive, les représentations sociales des rues dans les romans camerounais démontrent que les rues sont des micro-espaces publics et semi-privés qui font partie intégrante des espaces urbains où les enfants de la rue subissent des comportements antisociaux. Les rues ne sont pas matériellement délimitables dans l'espace urbain. Elles sont des lieux fréquentés par les populations urbaines, péri-urbaines appartenant aux différents groupes sociaux. Mais la cohabitation entre ces groupes sociaux n'est pas toujours pacifique. Elle est émaillée de conflits sociaux qui font des rues des espaces sociaux moins providentiels pour les personnes vulnérables, notamment les enfants des rues. Le vécu de ces derniers dans les rues fait d'eux des marges sociales car ils y sont victimes des sociopathies qui empêchent leur développement social. Nous concluons avec Marie Morelle [2] que les relations sociales ne se projettent pas simplement dans l'espace, mais produisent ou détournent un espace, alors révélateur des interactions et des tensions qui traversent une société donnée, quand il n'accentue pas la marginalité du groupe ou de l'individu. (p. 23).

REFERENCES:

- [1] Montandon, Alain, « Sociopoétique », dans Sociopoétique; Mythes, contes, et sociopoétique, 2016, [En ligne] Disponible: <http://sociopoetiques.univ-bpclermont.fr/mythes-contes-et-sociopoetique/sociopoetiques/sociopoetique>, (2016).
- [2] Morelle, Marie, La rue des enfants, enfants de la rue: Yaoundé et Antananarivo, Paris, CNRS Éditions, 2007.
- [3] Fleury, Antoine, « La rue: un objet géographique ? », Revue de Sciences humaines, pp. 33-44, 2006, [En ligne] Disponible: <http://journals.openedition.org/traces/3133>; DOI: <http://doi.org/10.4000/traces.3133>.
- [4] Mpoudi Ngollé, Evelyne, Petit Jo, enfant des rues, Paris, Edicef, 2009.
- [5] Nana, Guillaume, Le cri muet, Yaoundé, CLE, 2017.
- [6] Honneth, Axel, La société du mépris. Vers une nouvelle théorie critique, Paris, Éditions La découverte, Collection « Armillaire », 2006.
- [7] Vienne, Philippe, « Au-delà du stigmatisé: la stigmatisation comme outil conceptuel critique des interactions et des jugements scolaires », Éducation et société, n° 13, pp. 177-192, 2004 [En ligne] Disponible: <https://www.cairn.info/revue-education-et-societes-2004-1-page-177.htm> DOI 10.3917/es.013.0177.
- [8] Goffman, Erving, Stigmatisé, Les usages sociaux, Paris, Minuit, 1975.

Typologie des systèmes de culture de riz pluvial strict en zone nord et sud soudanienne: Cas des régions de l'Est, des Hauts Bassins et du Plateau Central du Burkina-Faso

[Typology of upland rice cultivation systems in north and south Sudan zones: Case of the eastern, Hauts Bassins and the Central Plateau regions of Burkina-Faso]

**Abdramane Sanon^{1,2}, Alain P. K. Gomgnimbou², Hamadé Sigué³, Kalifa Coulibaly¹, Fofana Sékou^{1,2}, Cheick A. Bambara²,
and Hassan Bismarck Nacro¹**

¹Laboratoire d'étude et de recherche sur la fertilité du sol, Institut du Développement Rural, Université Nazi Boni, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

²Laboratoire Sol-Eau-Plante, Programme de Recherche Gestion des Ressources Naturelles et Système de Production, Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole, Station de Farako-Bâ, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

³Programme de Recherche Gestion des Ressources Naturelles et Système de Production, Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole, Station de Saria, Koudougou, 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: Knowledge of the characteristics of upland rice cultivation systems is a lever for the development of rice cultivation in Burkina Faso. This study aims to highlight the typology of upland rice cultivation systems in three localities: East, Hauts Bassins and Central Plateau regions of Burkina Faso. A survey was carried out among a sample of 293 producers in the localities concerned. The Multiple Correspondent Analysis identified three upland cultivation systems: the low-intensive Upland rice cultivation system with rotation (SCRPS1); the Intensive Upland Rice Cultivation System (SCRPS2) and the low-Intensive Upland Rice Cultivation System without rotation (SCRPS3). Elements that make it possible to distinguish the systems are: age, sex, level of education of the farmer, upland rice area, equipment, crop rotation, type, quantity and the number of fertilizers used in upland rice system. The practices of cropping systems differ from one locality to another. In short, the SCRPS1 type is the most practiced by producers and the SCRPS2 type with a high yield (2759.04 kg / ha) presents itself as an interesting prospect to promote for rice production generating income for an improvement of income women farmers.

KEYWORDS: Upland Rice, Typology, System, Burkina Faso.

RESUME: La connaissance des caractéristiques des systèmes de culture de riz est un levier pour le développement de la riziculture au Burkina Faso. Cette étude vise à mettre en évidence la typologie des systèmes de culture de riz pluvial strict dans trois localités que sont les régions de l'Est, des Hauts Bassins et du Plateau Central du Burkina Faso. Une enquête a été conduite auprès d'un échantillon de 293 producteurs dans les localités concernées. L'Analyse en Correspondantes Multiple a permis d'identifier trois systèmes de culture du riz pluvial strict: le Système de Culture peu-intensif du Riz Pluvial avec rotation (SCRPS1); le Système de Culture Intensif du Riz Pluvial Strict (SCRPS2) et le Système de Culture peu-intensif du Riz Pluvial Strict sans rotation (SCRPS3). Les éléments permettant de distinguer les systèmes sont: l'âge, le sexe, le niveau d'instruction de l'exploitant, la superficie de champ de riz pluvial strict, l'équipement agricole, la rotation culturale, le type, la quantité et le nombre d'apport de fertilisants utilisés en riziculture pluviale stricte. Les pratiques des systèmes de culture diffèrent d'une localité à l'autre. En somme le type SCRPS1 est le plus pratiqué par les producteurs et le type SCRPS2 avec un rendement élevé (2759,04 kg/ha) se présente comme une perspective intéressante à promouvoir pour la production rizicole génératrice de revenus et pour une amélioration du revenu des femmes exploitantes.

MOTS-CLEFS: Riz pluvial strict, Typologie, Système de Culture, Burkina Faso.

1 INTRODUCTION

La demande en riz est en constante augmentation au Burkina Faso, cependant, ces cinq dernières années, la production nationale de riz ne couvre que 30% des besoins de consommation de la population. Pour faire face à cette situation, l'Etat burkinabé a entrepris une politique dont l'objectif est de « satisfaire la demande en riz du pays et augmenter les revenus des acteurs sur la base d'une production nationale compétitive et durable » [1].

La riziculture au Burkina Faso, est localisée dans trois zones écologiques (irriguée, bas-fonds et pluviale stricte). La question de la production de riz, concerne généralement du riz irrigué et de bas-fonds [2]. Les publications ne mentionnent que très rarement le riz pluvial strict qui représente pourtant près de 10% des superficies nationales en riz et contribue à 6% à la production nationale [3]. Malgré son poids relativement modeste à l'échelle nationale, le riz pluvial strict constitue une opportunité pour le développement de la riziculture et la réduction du coût d'importation du riz. En rappel, en 2019, le Burkina Faso, a dépensé 69 252,6 millions de FCFA pour l'importation du riz [4]. Or, le pays dispose d'un important potentiel d'une superficie de 9 000 000 ha de terres arables [5] faiblement exploitée dans le domaine de la riziculture pluviale stricte.

En outre, 73,7 % de la population Burkinabè vivent en milieu rural [6]. Les systèmes de culture rencontrés dans les agricultures familiales qui concilient souvent à la fois une logique technique et socioéconomique ont fait l'objet de plusieurs études tant dans les zones sahéliennes que nord et sud soudaniennes [7], [8], [9]. Malgré cette diversité de sujets d'études, il manque une synthèse de la typologie, des impacts et défis liés à la riziculture pluviale stricte à l'échelle nationale. Il est important de noter, également, que les informations sur les types d'exploitations et les caractérisations des systèmes de culture [10], [11] dans les trois écologies rizicoles sont d'ordre global et disparate.

La présente étude visait à faire la typologie des systèmes de culture de riz pluvial strict au Burkina Faso. De façon spécifique, il s'agissait d'identifier les systèmes de culture de riz pluvial strict pratiqués par les producteurs et de caractériser ces systèmes. Cette typologie permettra de fournir aux décideurs, une situation des différentes activités agricoles locales en vue d'une orientation des actions de développement dans le domaine de riziculture [13].

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

L'étude a été menée dans 14 villages localisés dans 4 communes des régions de l'Est, des Hauts Bassin et du Plateau Central du Burkina Faso (Figure 1): commune de Komié dans la province du Komié (11°44' 34,29" nord, 0°45' 20,09" est), commune de Padema et Karangasso-Sambla dans la province du Houet (11° 20' 00" nord, 4° 15' 00" ouest), et Boudry dans le Ganzourgou (12° 14' 49" nord, 0° 36' 55" ouest). Dans les communes enquêtées, la culture du riz pluvial strict occupe une place de choix dans les systèmes de culture à base de céréales et de coton. Les données de l'annuaire statistique Agricoles 2019 fait ressortir plusieurs variantes de systèmes de production et ce, en fonction des régions. A ce titre, on note que: à l'Est, les systèmes de production agricole sont caractérisés par les Céréales traditionnelles et de la culture de coton. On y rencontre le Maraîchage et la Riziculture irriguée, de bas-fonds et pluviale stricte, l'Horticulture (bananes) en amont de la Komié. Dans les Hauts Bassins, est une zone de culture cotonnière ancienne. Céréales traditionnelles et maïs. Riz de bas-fonds. Arboriculture (bananes, mangues) et maraîchage. Le Plateau Central est zone de production de Céréales traditionnelles, avec la présence d'arachide, de sésame, et de niébé. Riz et maraîchage sont rencontrés, avec la culture du coton dans les vallées aménagées communément appelé AVV.

Au titre de la campagne agricole 2020/2021, La production céréalière définitive est évaluée à 5 179 104 tonnes au Burkina Faso. Cette production est en hausse de 4,85% par rapport à la campagne agricole antérieure 2019/2020, et de 12,88% par rapport à la moyenne des cinq dernières années. La production en riz est de 451 421 tonnes, soit une hausse de 19,89% par rapport à la production définitive de la campagne 2019-2020 et une hausse de 28,08% par rapport à la moyenne des cinq dernières années. Le rendement de riz pluvial est évalué à 1 548 kg/ha [14].

Le climat de ces régions est de type nord et sud soudanien dominé par l'influence des vents d'harmattan et de mousson. Il est caractérisé par l'alternance de 2 saisons: une longue saison sèche d'octobre à mai et une courte saison pluvieuse de juin à septembre où se concentre 90% de la pluviométrie annuelle. Sur la période 1990-2019, la pluviométrie annuelle a varié dans les gammes de 500 à 900 mm par an pour la zone nord soudanienne et a varié entre 800 et 1200 mm par an pour la zone sud-soudanienne [15].

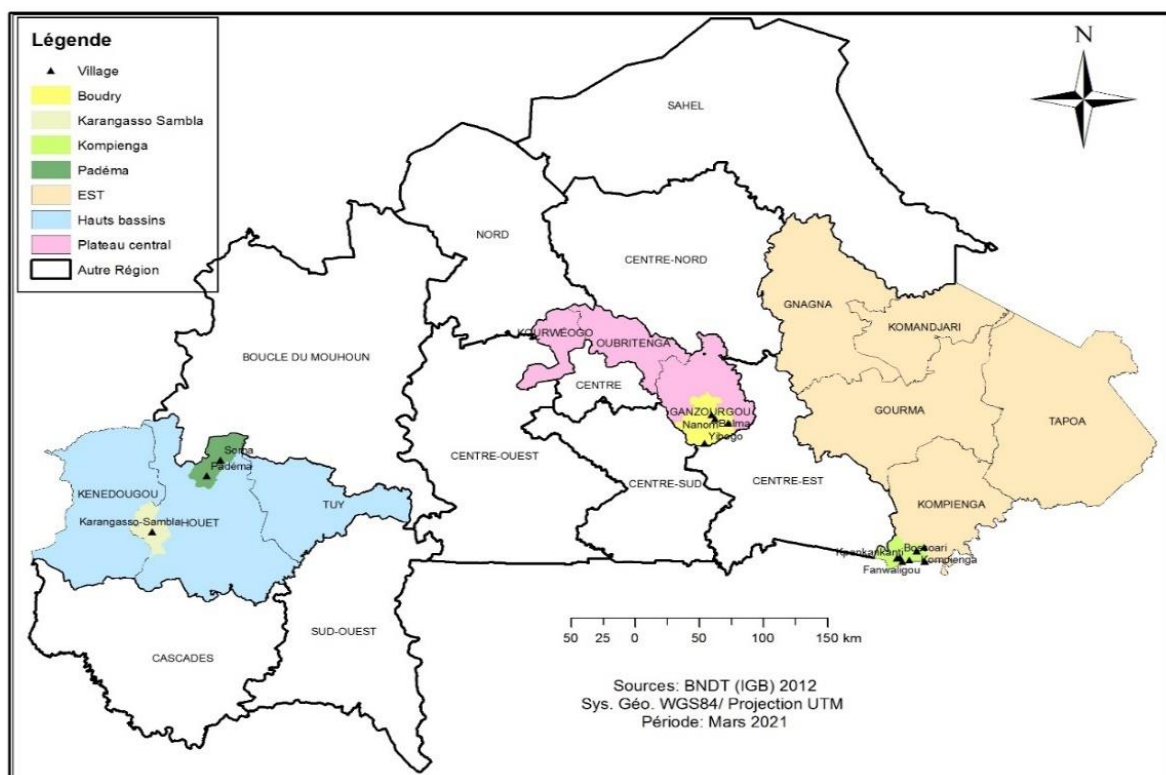


Fig. 1. Carte de la zone d'étude

2.2 MÉTHODE

2.2.1 COLLECTE DES DONNÉES

Les enquêtes ont porté sur la structure des unités de production, les pratiques culturales, et l'estimation de la production selon la méthode préconisée par [16]. La collecte des données est effectuée en 2019 dans la région de l'Est, des Hauts Bassins et du Plateau Central en deux phases: premièrement, 8 chefs d'exploitation agricoles par sites ont été soumis à un questionnaire test préalablement conçu. Dans une deuxième étape, chacun des chefs d'exploitation agricoles de l'échantillon a été directement enquêté avec le questionnaire réadapté.

La taille de l'échantillon considérée (Tableau 1) a été déterminée en utilisant le principe du tirage exhaustif utilisé par [17] qui se présente comme suit:

$$N = Z\alpha^2 PQ/d^2 \quad (1)$$

Où: N = Taille de l'échantillon par commune; $Z\alpha$ = écart fixé à 1,96 qui correspond à un degré de confiance de 95 %; P = nombre de ménages agricoles de la commune/ nombre de ménages total; Q = 1- P; d = marge d'erreur qui est égale à 5 %.

La taille de l'échantillon comptait 286 producteurs représentant 1/3 de l'échantillon N obtenu par calcul ci-dessus. Quinze autres producteurs ont été ajoutés en vue de minimiser la marge d'erreur en cas d'indisponibilité ou des données manquantes qui surviendraient dans certaines exploitations. A la fin de l'enquête, huit (08) riziculteurs étaient indisponibles et c'est finalement 293 producteurs qui ont finalement constitué l'échantillon de l'étude (tableau 1).

Tableau 1. Valeurs des paramètres utilisés pour le calcul de la taille de l'échantillon

Régions	Provinces	Effectif Producteurs de riz	Nombre de producteurs de riz enquêtés
Est	Kompienga	13 041	98
Hauts Bassins	Houet	31 411	102
Plateau Central	Ganzourgou	8 261	93
Total		52 712	293

Source: Données de l'enquête (2019)

2.2.2 MÉTHODES D'ANALYSE STATISTIQUE

2.2.2.1 VARIABLES IDENTIFIÉES

Les variables relatives aux caractéristiques sociales et structurelles des exploitations agricoles ont été: l'âge; le sexe du chef d'exploitation; le niveau de scolarisation; l'alphabétisation et les variables économiques à savoir la superficie des champs de riz; le nombre d'actifs agricoles; le niveau d'équipements agricoles. Par ailleurs, les variables relatives aux pratiques de la fertilisation ont été prises en compte: la quantité de fertilisants organiques et inorganiques par hectare, le nombre d'apport de fertilisants ainsi que le système de rotation de culture utilisé.

2.2.2.2 MODE D'ANALYSE

Les données qualitatives et quantitatives issues des discussions avec les chefs d'exploitation ont servi de base pour l'analyse des principaux résultats obtenus. Les données issues de l'enquête ont été codifiées puis saisies dans une matrice de gestion de base de données à l'aide du tableur Excel version 2013.

L'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) a été effectuée afin de relier les différentes variables socio-culturelles aux pratiques de gestion de la fertilité des sols sous riziculture pluviale stricte. Le logiciel XLSTAT 7.5.2 a été utilisé à cet effet. Dans cette étude, les variables expliquées sont les modes de gestion de fumures tandis que les variables explicatives testées sont les caractéristiques socio-économiques des exploitations telles que: l'âge du chef d'exploitation; le niveau de scolarisation et l'alphabétisation et d'autre part des variables économiques à savoir la superficie totale des champs de riz pluvial strict; le nombre d'actifs agricoles et le niveau d'équipements agricoles. Une Analyse des Correspondances Multiples (ACM) sur les variables de caractérisation de gestion des fumures afin d'identifier les indicateurs les plus pertinents de différenciation des systèmes de culture et donc d'établir une typologie des systèmes de culture. La plupart des variables a été regroupée en 2 ou 3 classes de modalités pour former des variables qualitatives pertinentes pour l'interprétation [18]. Les variables projetées comme supplémentaires ne participent pas à la formation des axes de l'ACM. Elles sont traitées comme des variables synthétiques, susceptibles d'expliquer ou d'être expliquées par un ensemble d'autres variables. Aussi, l'opposition des groupes de modalités par rapport à chaque axe des ACM a été considérée comme un critère de distinction de groupes différents.

3 RESULTATS

3.1 RELATION ENTRE VARIABLES SOCIALES, ÉCONOMIQUES ET GESTION DES FUMURES

La présente l'ACM appliquée sur les variables de gestion des fumures et les caractéristiques socio-économiques des exploitations agricoles. Vingt-six pourcent (26%) de la variance est expliquée par les 2 axes.

Les trois groupes (G1, G2 et G3) ont été formés en se basant sur des critères objectifs de proximité et de liaison des modalités qui constituent le groupe. Les groupes se distinguent alors sur la pratique de gestion des fumures en relation avec les statuts socio-économiques des exploitations agricoles: (i) un premier groupe de riziculteurs (G1). Ce groupe est composé essentiellement de personnes de sexe masculin (H+) dont l'âge moyen (45ans) est supérieur à la moyenne d'âge de l'échantillon (40 ans) noté Ag++. Les riziculteurs dans ce groupe n'ont jamais été à l'école. Ils ont une superficie de riz pluvial strict supérieure à $1\pm 0,5$ ha et utilisent la charrue et les bœufs de traits. Ce sont des riziculteurs qui utilisent peu d'engrais NPK ($45,86\pm 40$ kg/ha) et Urée ($21,5\pm 20$ kg/ha) noté NPK⁺. Ils font un apport unique de NPK (AP-NPK 1) et de l'urée noté AP-Urée 1 et pratiquent les rotations culturales Niébé+riz, Coton-riz et Maïs-riz. Leur production de riz pluvial strict est destinée à la consommation noté com. Ils sont en majorité localisés dans la commune de Komienga noté Kmp (région de l'Est) avec 87% des enquêtés contre 26 % dans la commune de Boudry noté Bdry (région du Plateau Central). (ii) un deuxième groupe (G2) dont 22,5% sont de sexe féminin noté F+ avec un âge inférieur à 35 ans noté Ag-. Les riziculteurs dans ce groupe sont alphabétisés en dioula et en moré; plus du tiers ont reçu une éducation de type formel se limitant au niveau de l'enseignement secondaire. Ils pratiquent une agriculture manuelle sur des superficies en riziculture pluviale strict inférieure à 0,5 ha (noté *Sup*-). Le riz pluvial strict pour ce groupe est cultivé en continue sans rotation. Ils appliquent annuellement de la fumure organique à une dose moyenne de 110,16 kg/ha, de l'engrais NPK à la dose de 94,37 kg/ha et l'urée à une dose moyenne de 43,84 kg/ha. Ils fractionnent la dose de NPK (AP-NPK2 ou AP-NPK3) et de l'Urée respectivement en 3 (AP-Urée -U3) et 2 (AP-Urée -U2) apports; leur production rizicole est destinée à la consommation et la commercialisation noté Com. L'ensemble de ce groupe est localisé dans les communes de Karangasso Sambla (K-S) et Padema (Pad) dans la région des Hauts Bassins. (iii) un troisième groupe (G3) localisé dans la région du Plateau Central (Boudry: Bdry) avec 74% des enquêtés et 13% dans la région de l'Est (Kmp: Komienga). Ce groupe est composé de riziculteurs qui sont en majorité de sexe masculin et dont l'âge est compris entre 35 ± 9 et 45 ± 9 ans. Dans ce système, les producteurs pratiquent les cultures attelées et manuelles. Ce sont des riziculteurs qui font une application de fumure organique à des doses inférieures à 500 kg/ha/an et 2 ou 3 fractionnement de NPK (AP-NPK 2 ou AP-NPK 3) à la

dose moyenne de $74,79 \pm 20$ kg/ha. Ils possèdent en moyenne des superficies comprises entre $0,25 \pm 0,5$ ha et $0,5 \pm 0,5$ ha. L'urée est également apporté en 2 fractions noté AP-Urée –U2. Les riziculteurs de ce groupe pratiquent la monoculture de riz et produisent le riz pluvial strict pour la consommation (*noté Com*).

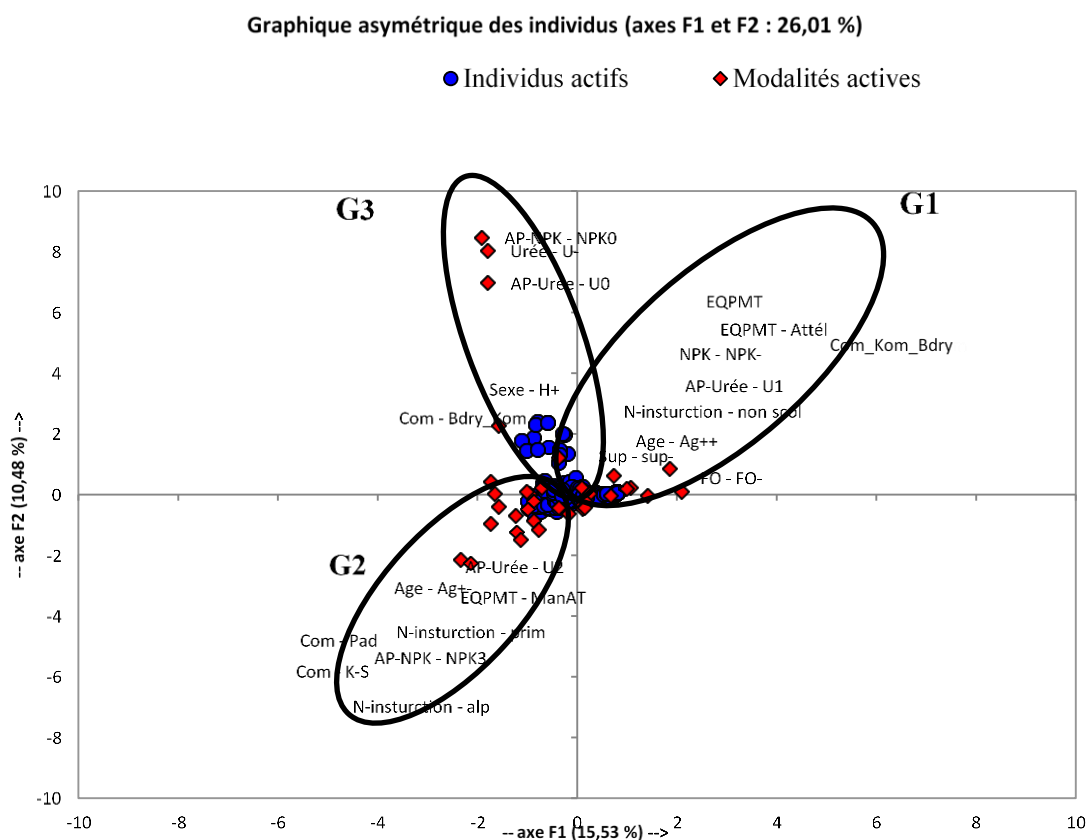


Fig. 2. Relation entre variables de gestion des fumures et socio-économique

Légende:

Ag-: moins de 40 ans; **Ag+:** plus de 40 ans; **FO-:** sans apport de fumure organique; **FO+:** apport de fumure organique; **AP-NPK 0:** sans apports de NPK; **AP-NPK 1:** apport unique de NPK; **AP-NPK 2:** 2 Apports de NPK; **AP-NPK3:** 3 apports de NPK; **AP-Urée –U0:** sans apport d'Urée; **AP-Urée –U1:** 1 seul apport d'Urée; **AP-Urée –U2:** 2 Apport d'Urée; **Equipement:** peu d'équipements; **Equipement attél:** Equipé avec charrue et animaux de trait; **Equipement non attél:** Equipé sans animaux de trait; **H+:** Sexe masculin **F+:** Sexe féminin; **N-Instruction:** Scolarisé; **N-Instruction-Alphabétisé,** sup-sup-: moins de 0,5 ha; sup-s-: **ConsCm:** consommation et commercialisation; **K-S:** Karangasso Sambla; **Pad:** Padema; **Bdry:** Boudry; **Kmp:** Kompienga.

3.2 TYPOLOGIE DES SYSTÈMES DE CULTURE DE RIZ PLUVIAL STRICT

La représentation graphique des groupes d'exploitations sur le plan factoriel 1 x 2 (fig 1), obtenue après l'ACM, a confirmé le caractère discriminant des critères « caractéristiques socio-économiques » et « pratique de fertilisation » dans les systèmes de culture de riz pluvial strict. En effet, cette représentation a permis de distinguer nettement les Systèmes de Culture de Riz Pluvial Strict de type 1 (SCRPS1), des Systèmes de Culture de Riz Pluvial Strict de type 2 (SCRPS2), situées en dessous du même axe. Elle a également permis de différencier les Systèmes de Culture de Riz Pluvial Strict de type 3, qui sont dans une situation intermédiaire tant pour la situation socio-économique que pour les pratiques de fertilisation et situées à gauche de l'axe 1 du plan factoriel (fig. 1). Le tableau 2, présente la typologie des systèmes de riziculture pluviale et caractéristiques socio-économiques associées.

Le type SCRPS1 dénommé Système de Riziculture pluvial Strict peu-extensif en terme d'apport d'engrais minéraux et organique et de superficie utilise le maïs, le niébé, le coton comme précédent cultural du riz pluvial strict. Ce système compte en son sein, les producteurs qui font des apports uniques de NPK et d'Urée avec moins de fumure organique. La taille de

parcelle de riz est comprise entre 1 et 3 ha. Les producteurs, pratiquant ce système sont en majorité non scolarisé (78,73% de l'effectif) et peu alphabétisé. L'effectif de la population qui pratique le SCRPS1 représente 38,56% de l'échantillon enquêté. Les femmes représentent un taux de 5,88 % des populations de ce système.

Le système de culture SCRPS2 dénommé Système de Culture de Riz pluvial Strict intensif en apport d'engrais organo-minéral est un système de production intensive du riz pluvial strict, avec des actifs moins élevés. L'effectif de l'exploitant du système SCRPS2 représente 28% de l'échantillon de l'enquête. L'effectif de la population est composé de 22,5% de femme avec un niveau d'instruction primaire et secondaire (24% de l'effectif). Les producteurs de ce système font des apports fractionnés de faible quantité d'engrais NPK et d'engrais Urée, sur de superficies de taille inférieure à 0,5 ha. La monoculture de riz est surtout utilisée.

Le système de culture SCRPS3, dénommé Système de Culture de Riz Pluvial Strict semi-intensif sans rotation, avec peu d'actifs. Dans ce groupe 64% de l'effectif sont de sexe féminin. On note que 72,8% de l'effectif de ce système est non scolarisé et 6,66% de l'effectif sont alphabétisés. Les populations représentant 33,44% de l'échantillon enquêté font des apports fractionnés d'engrais NPK et d'Urée sur de superficies qui oscillent entre 0,25 et 0,5 ha. La monoculture de riz pluvial strict est surtout pratiquée.

Tableau 2. Typologie des systèmes de riziculture pluviale et caractéristiques socio-économiques associées

Types de systèmes de culture de riz pluvial strict	Peu- intensif avec rotation (SCRPS1)	Intensif (SCRPS2)	Peu-intensif sans rotation (SCRPS3)
Caractéristiques techniques	Peu d'apport de Fumure organique (<500 kg/ha/an)	Apport de Fumure organique (110,16 kg/ha/an)	Peu d'apport de Fumure organique (<500 kg/ ha/an)
	Apport unique de NPK (45,86 kg/ha) et Urée (21,5 kg/ha)	Fractionnement de NPK (94,37 kg/ha) et d'Urée (43,84 kg/ha) à raison de 2 et 3 apports	Fractionnement de NPK (74,79 kg/ha) et d'Urée (37,77 kg/ha)
Caractéristiques socio-économiques	Rotation: Coton-riz; Maïs-riz; Monoculture de riz (Riz continue)	Monoculture de riz (Riz continue)	Monoculture de riz (Riz continue)
	35≤âge≤60	âge ≤35	35≤âge≤45
	Sexe: Masculin et Féminin (5,88%)	Sexe: Masculin et Féminin (22,5%)	Sexe: Masculin et Féminin (64%)
	1≤ Superficie de champs de riz <3 ha	Superficie de champs de riz ≤0,5 ha	0,25≤Superficie de champs de riz <0,5ha
	1≤nombre d'actifs agricoles ≤20	0≤nombre d'actifs agricoles ≤5	1≤nombre d'actifs agricoles ≤20
	1<nombre d'équipements agricoles ≤2	0<nombre d'équipements agricoles ≤1	Nombre d'équipements agricoles ≤2
	78,73% non scolarisé et 2% alphabétisé	24% ont un niveau d'instruction primaire et 46% non scolarisé	72,8% non scolarisé et 6,66% alphabétisé
Rendement (kg/ha):	2640,36 kg/ha	2759,04 kg/ha	1009,52 kg/ha
Situation Géographique	Est et Plateau Central	Hauts bassins	Est et Plateau Central

Source: Données de l'enquête (2019)

3.3 RÉPARTITION SPATIALE DES RIZICULTEURS

Le tableau 3 décrit la répartition des riziculteurs selon les régions. Ainsi, il ressort que dans la région de l'Est, les types SCRPS1 et SCRPS3 sont plus représentés respectivement avec un taux de 87 % et 13 % contrairement au type SCRPS2 dont le pourcentage de représentation est de 0%. Dans la région du Plateau Central, le type SCRPS1 et SCRPS3 sont les plus rencontrés. Cependant le système semi-intensif est le plus dominant 74% d'abord, ensuite le peu-extensif avec 24% des exploitants. Au niveau de la région des Hauts Bassins, le type SCRPS2 représente 100% alors que les types SCRPS1 et SCRPS3 représentent 0 %.

Tableau 3. Représentativité spatiale des différents types de système

Système de culture de Riz Pluvial strict	Effectif des producteurs enquêtés			
	Est	Hauts Bassins	Plateau Central	Total
SCRPS1	89 (87%)	0	24 (26%)	113 (38,56)
SCRPS2	0 (0%)	98 (100%)	0 (0%)	98 (33,44)
SCRPS3	13 (13%)	0	69 (74%)	82 (28)
Total	102 (100%)	98 (100%)	93 (100%)	293

Source: Données de l'enquête (2019)

4 DISCUSSION

Trois types de Systèmes de Culture de Riz Pluvial Strict (SCRPS) se distinguent sur le plan des caractéristiques techniques et socio-économiques et de la situation géographique. Les exploitants des systèmes de culture de riz pluvial peu – extensifs et semi-intensifs sont ceux qui apportent peu de fumure organique et font des fractionnements d'urée. Il s'agit des exploitants dont l'âge est compris entre 35 et 60 ans. La référence [19] a montré que les exploitations agricoles peu intensives sont moins nanties sur le plan économique et l'âge de leurs chefs d'exploitation est inférieur de 60 ans. Nos résultats sont en phase avec ceux de [20] qui avaient montré qu'en Afrique de l'Est, les différences dans la gestion de la fertilité organique des champs sont déterminées par la taille des exploitations agricoles et la possession de bétail. La référence [21], a montré que les vieilles exploitations sont mieux nanties sur le plan de l'élevage et peuvent ainsi apporter plus de fertilisants organiques à leur champ. Nous avons fait le même constat dans les systèmes de culture de riz pluvial semi-intensifs surtout ceux localisés à l'Est du Pays. Cependant malgré l'expérience dans la production rizicole et la disponibilité de la culture attelée, lorsque la superficie en riz pluvial est grande, les producteurs font un seul apport de NPK et d'urée. L'accès aux équipements agricoles constitue un facteur essentiel pour l'accroissement des superficies [22] et l'intensification de la production [23]. En se basant sur ces références, on peut retenir que le riz pluvial strict est une culture secondaire dans les systèmes de type SCRPS1 et SCRPS3, car malgré la présence des équipements et les bœufs de traits, dans ces systèmes, on assiste à un faible apport d'engrais minéraux. Ces résultats sont proches de ceux obtenus par [24], qui avaient montré que dans les exploitations agricoles de petites tailles, les quantités d'engrais minéraux sont faibles et sont de l'ordre de 4,61 kg/ha pour le NPK et 1,94 kg/ha pour l'Urée. Ce résultat corrobore ceux de [25], qui ont démontré que, en dépit d'une pauvreté originelle des sols, l'agriculture burkinabè est à très faible utilisation d'engrais minéraux et organiques. Selon les études de [26], la dose d'engrais apporté sur les terres cultivées au Burkina Faso est estimée à 9 kg/ha. Selon [27] en riziculture pluviale de plateau dans la zone forestière semi-décidue de Côte d'Ivoire, d'un côté, la cherté des engrais chimiques ne permet pas aux producteurs de riz pluvial strict d'utiliser les doses conseillées, de l'autre, le manque de connaissance du mode d'application se révèle à travers diverses modalités de fractionnement des engrais minéraux, notamment l'urée. Les vieilles exploitations issues du type SCRPS3, sont mieux nanties sur le plan culture attelée et peuvent ainsi apporter plus de fertilisants organo-minéraux dans leur champ de riz pluvial strict. Ils pratiquent un apport unique d'engrais minéraux et utilisent peu de fumure organique. Les riziculteurs de ce système semi-intensif estiment que les coûts élevés des engrais minéraux et leurs faibles disponibilités sur les marchés locaux expliquent ce faible apport d'engrais chimiques en riziculture pluviale stricte.

Par ailleurs, on constate que la majorité des exploitations du type SCRPS1 possèdent des animaux aussi bien pour les opérations culturales que pour le fumier. Cela s'inscrit dans un processus d'intégration agriculture élevage au Burkina-Faso. Pour [28], l'intégration agriculture-élevage correspond à une forme d'intensification basée sur une gestion raisonnée des flux de matière organique et d'énergie disponibles sur les terroirs et les exploitations. Cependant, cette fumure est peu utilisée pour la production du riz pluvial strict dans les régions de l'Est et du Plateau Central, car selon les riziculteurs du système peu-extensif, l'engrais organique est utilisé prioritairement pour la production du coton et du maïs qui sont des cultures importantes dans leurs exploitations. Cette situation explique la faible utilisation pour la production du riz pluvial strict qui est une culture secondaire dans le système de culture de riz pluvial peu-extensif. Néanmoins, ce système pratique de la rotation de cultures de riz. Par ailleurs, nos résultats confirment ceux de [29], par rapport à l'utilisation de faible quantité de fumure organique dans les systèmes de culture. En effet, selon cette source, seulement 21,6% des terres cultivées en 2010 au Burkina Faso, bénéficiaient de la fumure organique à de très faibles quantités.

Le type SCRPS2, se distingue par la pratique de riziculture par les femmes (22,5%) dont l'âge est inférieur à 35 ans. Les exploitants de ce système utilisent peu d'engrais minéraux et de fumure organique mais pratiquent beaucoup le fractionnement d'engrais minéraux et organiques. Les quantités d'engrais organiques et minéraux utilisés dans ce système sont inférieurs aux doses recommandées [30], cependant elles sont nettement supérieures aux quantités des deux autres types (SCRPS1 et SCRPS2). Par ailleurs, comparativement aux deux autres systèmes, les exploitations du type SCRPS2 produisent le

riz pluvial strict pour la commercialisation. La vente de riz pluvial strict procure aux exploitants du type SCRPS2, des revenus qui permettent d'acheter les engrais minéraux pour la production rizicole. Ce qui explique probablement l'apport assez important d'engrais minéraux dans la riziculture pluviale stricte. Selon les exploitants enquêtés du type SCRPS2, la production du riz pluvial strict constitue des activités de revenus, car le riz pluvial strict produit est aussi transformé en riz étuvé et commercialisé. Notre expérience du terrain corrobore l'idée d'une riziculture pour la commercialisation [31]. Cependant, ces résultats ne corroborent pas ceux de [32] qui sont arrivés à la conclusion suivant laquelle que le riz pluvial strict est cultivé pour la consommation et cette situation est plus ou moins générale en riziculture pluviale strict de subsistance. Par contre dans les systèmes SCRPS1 et SCRPS3, le riz pluvial strict est surtout produit pour la consommation. Selon ces auteurs, pour une intégration au marché de la riziculture pluviale, il faut premièrement renforcer les capacités techniques des producteurs, et mettre en place des unités moderne de transformation permettant d'avoir du riz local blanchi [33]. Deuxièmement, il faut une bonne organisation des producteurs, de la diffusion de messages techniques clairs et de la disponibilité de technologies adaptées à ces exploitations rizicoles peu marchandes et diversifiées [34], et de l'accès facile aux intrants agricoles en termes de coût et de disponibilité [35]. Les effets perçus d'augmentation du rendement et d'amélioration de la qualité de la fertilité des sols encouragent les investissements dans les engrais organiques, tandis que les augmentations perçues des coûts de production les découragent. Les mêmes observations ont été faites par [36] en Chine. Les résultats concernant l'influence des facteurs économiques et du coût d'adoption sont cohérents avec ceux de [37] en Europe, qui ont constaté que les principaux obstacles à l'adoption de la technologie de traitement du lisier étaient liés à des facteurs économiques et à des coûts de traitement élevés. Nous avons constaté que l'insuffisance en ressource en eaux limite significative la production de fumure organique dans les exploitants du type SCRPS3. Cette situation explique selon les riziculteurs, une faible disponibilité de fumures organiques dans les exploitants de riziculteurs par conséquent une faible utilisation des fumures organiques en riziculture pluviale stricte qui semble ne pas être une culture de rente selon les riziculteurs. On enregistre des pratiques de fractionnement de NPK et de fumure organique. Selon ces riziculteurs, ce sont des pratiques anciennes, traditionnelles à caractère ancestral et transmises de manière générationnelle. En effet, les engrais chimiques jouent un rôle incontournable dans la production agricole [38], mais leur coût élevé et leur accessibilité constitue un frein à leur adoption [39]. Le coût élevé des engrais minéraux, leurs faibles disponibilités sur les marchés locaux emmènent certains riziculteurs à apporter l'engrais NPK deux ou trois fois pour combler le déficit en Urée de riz pluvial strict. Cette situation est surtout rencontrée dans les types SCRPS2 et SCRPS3.

Les résultats de la répartition spatiale des types de système de culture de riz pluvial strict suivant les régions, ont montré que les systèmes Peu-extensifs et semi-intensifs de production de riz pluvial strict sont plus représentés dans les régions de l'Est et du Plateau Central. Les conditions climatiques, pédologiques et géologiques dans la région de l'Est se révèlent très favorable à la production extensive de riz [40]. La région des Hauts Bassins regorge des plus grandes exploitations de production de coton, le riz est surtout pratiqué par les femmes sur des petites superficies et la production du riz pluvial strict est surtout destinée à la commercialisation et à la transformation. Ce qui explique d'ailleurs la présence d'une culture intensive du riz pluvial strict dans cette zone du pays. Nos résultats confirment les travaux de [41]. Selon cette référence, la riziculture pluviale stricte pourrait, revêtir une grande importance pour la production nationale pour peu, qu'elle puisse s'insérer dans le système de rotation pratiqué dans les zones cotonnières.

5 CONCLUSION

L'étude des systèmes de culture de Riz Pluvial Strict a permis de disposer de connaissances scientifiques sur leur typologie au Burkina Faso. L'Analyse en Correspondances Multiple a permis d'identifier l'existence de trois types de systèmes de culture de riz pluvial strict. Il s'agit du type peu-intensif avec rotation, intensif et de celui peu-intensif sans rotation. Le premier utilise peu de fumure organique, mais utilise la rotation culturale coton-riz et maïs-riz, tandis que dans le semi-intensif sans rotation, les producteurs font des apports fractionnés de NPK sous monoculture de riz pluvial strict. Ces deux types pratiqués par les riziculteurs enquêtés à l'Est et au Plateau Central du pays. Des trois groupes identifiés, il ressort que le type intensif localisé dans la région des Hauts Bassins est caractérisé par une tendance à l'utilisation de fumure organique et d'apport fractionné de NPK et d'urée sur des parcelles de petites tailles en condition de monoculture de riz pluvial strict, la production est destinée à la commercialisation et la transformation.

Dans ces exploitations, les producteurs ont leurs objectifs et leurs stratégies propres dans la gestion des fumures pour la production du riz pluvial strict. Les critères technico-économiques « clés » retenus pour différencier ces types ont été: le nombre d'apport de fumure organo-minérale, la taille des superficies de riz pluvial strict, la succession culturale, l'âge, le sexe des chefs d'exploitations et le nombre d'actif de l'exploitation. Ces facteurs constituent des leviers pour une augmentation de la production de riz pluvial strict dans ces régions. En perspective, il s'avère désormais nécessaire d'appréhender l'influence des facteurs pédo-climatiques sur ces systèmes afin d'alimenter une ingénierie agronomique améliorant les rendements des cultures et la fertilité des sols.

REFERENCES

- [1] SNDR (Deuxième Génération de la Stratégie Nationale de Développement de la Riziculture 2021-2030), Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydro-Agricoles. Burkina Faso, pp. 10-87, 2019.
- [2] SNDR (Stratégie Nationale de Développement de la Riziculture), Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydro-Agricoles. Burkina Faso, pp. 10-43, 2011.
- [3] MAAH (Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydro-Agricoles du Burkina Faso), Annuaire des Statistiques Agricoles 2018, pp.120-408, 2019.
- [4] MCIA (Ministère du Commerce, de Burkina Faso l'Industrie et de l'Artisanat), Balance commerciale et commerce extérieur du Burkina Faso, pp. 7-8, 2020.
- [5] PNSR II (Deuxième Programme National du Secteur Rural 2016-2020 du Burkina Faso), pp.10-86, 2016.
- [6] INSD (Institut national de la statistique et de la démographie), Résultats préliminaires. Cinquième Recensement Général de la Population, pp. 22-24, 2020.
- [7] F. Affholder, C. Poeydebat, M. Corbeels, E. Scopel, and P. Tittone, "The yield gap of major food crops in family agriculture of the tropics: assessment and analysis through field surveys and modeling", *Field Crop Resources*, no.143, pp.106-118, 2013.
- [8] B. I. Koura, H. Dedehouanou, H. L. Dossa, B. V. Kpanou, F. Houndonougbo, P. Hounnandan, G. A. Mensah, and M. Houinato, "Determinants of crop-livestock integration by small farmers in Benin", *International Journal of Biological and Chemical Science*, vol. 9, no. 5, pp. 2272-2283, 2015.
- [9] B. Zoé, Analyse prospective de l'agriculture céréalière au Burkina Faso à l'horizon 2050. Faculté des bioingénieurs, Université catholique de Louvain. Prom.: Baret, Philippe, <http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:19634>, (Février 2021).
- [10] J. C. Poussin, L. Renaudin, D. Adogoba, A. Sanon, F. Tazen, W. Dogbe, J. L. Fusillier, B. Barbier, and C. Philippe, "Performance of small reservoir irrigated schemes in the Upper Volta basin: Case studies in Burkina Faso and Ghana", *Water resources and rural development*, vol. 6, pp. 50-65, 2015.
- [11] A. Traoré, K. Traoré, O. Traoré, V. B. Bado, H. B. Nacro, et P. M. Sedogo, "Caractérisation des systèmes de production à base de riz pluvial strict dans les exploitations agricoles de la zone Sud-soudanienne du Burkina Faso", *International Journal of Biological and Chemical Science*, vol. 9, no. 6, pp. 2685-2697, 2015.
- [12] M. A. A. Akpo, I. Saidou, Y. I. Balogoun, et B. L. B. Bio, "Evaluation de la performance des pratiques de gestion de la fertilité des sols dans le bassin de la rivière Okpara Au Benin", *European Scientific Journal*, vol.12, no. 33, pp.1857 – 7881, 2016.
- [13] B. Arbelot, H. Foucher, J. F. Dayon, et A. Missoho, "Typologie des aviculteurs dans la zone du Cap-Vert au Sénégal", *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, vol. 50, no. 1, pp. 75-83, 1997.
- [14] MAAH. (Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydro-Agricoles du Burkina Faso). Résultats définitifs de la campagne agricole et de la situation alimentaire et nutritionnelle 2020/2021. 2021.
- [15] Agrhymeth, Données de cumuls pluviométriques journalières de 10 stations synoptiques du Burkina Faso, 2019.
- [16] N. Ferraton et I. Touzard. Comprendre l'agriculture familiale. Diagnostic des systèmes de production. Gembloux (Belgique): Editions Quæ, CTA, Presses agronomiques de Gembloux, pp. 100-123, 2009.
- [17] D. Schwartz, Méthodes Statistiques à l'Usage des Médecins et les Biologistes. 3e edn., Flammarion Médecine Sciences, Paris, pp. 31-88, 1969.
- [18] S. V. Kuentz, S. Lyser, J. Candau, P. Deuffic, and M. Chavent, "Une approche par classification de variables pour la typologie d'observations: le cas d'une enquête agriculture et environnement. Société Française de Statistique et Société Mathématique de France", *Journal de la Société Française de Statistique*, vol. 154, no. 2, pp. 37-63, 2013.
- [19] K. F. Zongo, E. Hien, J. J. Drevon, D. Blavet, D. Masse, et C. Cathy Clermont-Dauphin, 2016. "Typologie et logique socio-économique des systèmes de culture associant céréales et légumineuses dans les agro-écosystèmes soudano-sahéliens du Burkina Faso", *International Journal of Biological and Chemical Science*, vol.10, no.1, pp. 290-312, 2016.
- [20] R. Chikowo, S. Zingore, S. Snapp, and A. Johnston, "Farm typologies, soil fertility variability and nutrient management in smallholder farming in Sub-Saharan Africa", *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, no. 100, pp. 1- 18, 2014.
- [21] J. Somda, A. J. Nianogo, S. Nassa, et S. Sanou, "Soil fertility management and socio-economic factors in crop livestock systems in Burkina Faso: a case study of composting technology", *Ecological Economics*, vol. 43, pp. 175-183, 2002.
- [22] A. Barro, R. Zougmore, et J. B. Taonda, "Mécanisation de la technique du zaï manuel en zone semi-aride", *Cahiers Agriculture*, vol. 14, no. 6, pp. 549-559, 2005.
- [23] S. Raubec, Le financement de la traction animale en zone de savane cotonnière du Nord-Cameroun dans un contexte de libéralisation, Thèse de doctorat, Montpellier, France, pp. 100-209, 2001.
- [24] MAAH (Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydro-Agricoles du Burkina Faso), Annuaire des Statistiques Agricoles 2017, pp. 20-118, 2018.
- [25] A Bationo, S. M. Nandwa, J. M. Kimetu, J. M. Kinyangi, B. V. Bado, F. Lompo, S. Kimani, F. Kihanda, and S. Koala, "Sustainable intensification of crop-livestock systems through manure management in eastern and western Africa: Lessons learned and emerging research opportunities", *Sustainable crop livestock production in West Africa*, pp. 173 – 198, 2004.

- [26] NEPAD, Pratiques et options politiques pour améliorer l'élaboration et la mise en œuvre des programmes de subvention des engrais en Afrique subsaharienne. *Analyse de Politiques Publiques*, pp. 3-93, 2013.
- [27] B. T. J. Gala, Optimisation de la fertilisation en riziculture pluviale de plateau en Côte d'Ivoire: cas de la zone forestière semi-décidue. Thèse présentée à l'UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières de l'Université de Cocody pour obtenir le titre de docteur De L'université de Cocody Spécialité: Agro Pedologie, pp. 80-154, 2009.
- [28] E. Vall, P. Dugué, et M. Blanchard, "Le tissage des relations agriculture-élevage au fil du coton, 1990-2005", *Cahiers Agriculture*, vol. 15, no.1, pp. 72-79, 2006.
- [29] MAFAP, Revue des politiques agricoles et alimentaires au Burkina Faso, *Monitoring African Food and Agricultural Policies*, Rome, Italie, pp.15-234, 2013.
- [30] INERA (Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles), Les systèmes de production dans la zone Ouest du Burkina Faso: potentialités, contraintes, bilan et perspectives de recherche. INERA, Ouagadougou, Burkina Faso, pp. 5-48, 1994.
- [31] A. Erout, J. C. Castella, "Riz d'en bas, riz d'en haut: éléments structurants des systèmes de production agricole d'une province de montagne du nord du Vietnam, " *Cahiers Agricultures*, no.13, pp. 413-420, 2004.
- [32] M. E. Depieu, S. Doumbia, Z. J. Keli et M. Zouzou, "Typologie des exploitations en riziculture pluviale de la région de Saïoua, en zone forestière de la Côte d'Ivoire", *Journal of Applied Biosciences*, no. 35, pp. 2260 – 2278, 2010.
- [33] F. Lançon, O. Erenstein, A. Touré, et G. Akpokodje, "Qualité et compétitivité des riz locaux et importés sur les marchés urbains Ouest africains", *Cahiers Agricultures*, no. 13, pp.110-5, 2004.
- [34] T. Bernard, A. S. Taffesse, E. Gabre-Madhin, "Impact of cooperatives on smallholders' commercialization behavior: evidence from Ethiopia", *Agricultural Economics*, no. 39, pp. 147-161, 2008.
- [35] V. Kelly, A. A. Adesina, and A. Gordon, "Expanding access to agricultural inputs in Africa: a review of recent market development experience", *Food Policy*, no. 28, pp. 379-404, 2003.
- [36] C. Xinjian, Z. Di, X. Ying, and J. F. Xiao, "Perceptions, Risk Attitude and Organic Fertilizer Investment: Evidence from Rice and Banana Farmers in Guangxi, China. *Sustainability*", vol. 10, no. 10, pp. 2-14, 2018.
- [37] Y. Hou, G. L. Velthof, S. D. C. Case, M. Oelofse, C. Grignani, P. Balsari, L. Zavattaro, F. Gioelli, M.P. Bernal, and D. Fanguero, "Stakeholder perceptions of manure treatment technologies in Denmark, Italy, The Netherlands and Spain" *Journal of Cleaner Production*, no. 172, pp. 1620–1630. 2018.
- [38] B. T. J. Gala, M. Camara, A. Yao-Kouame, and Z. J. Keli, "Rentabilité des engrais minéraux en riziculture pluviale de plateau: Cas de la zone de Gagnoa dans le centre ouest de la Côte d'Ivoire", *Journal of Applied Biosciences*, no.46, pp.3153– 3162, 2011.
- [39] S. Case, M. Oelofse, Y. Hou, O. Oenema and L. S. Jensen, "Farmer perceptions and use of organic waste products as fertilisers. A survey study of potential benefits and barriers", *Agricultural Systems*, no. 151, pp. 84–95, 2017.
- [40] MAAH (Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydro-Agricoles), 2020. *Annuaire des Statistiques Agricoles 2019*, pp. 100-334, 2020.
- [41] Eureka, Revue trimestrielle du Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST), Burkina Faso, Partenariat ADRAO – INERA, plus de dix ans aux services du développement rizicole, pp. 5-74, 2005.

Analyse comparée des contrôleurs hybrides des systèmes FACTS (UPFC) et des régulateurs de puissance interphases type RPI 30P15 sur la gestion des contingences en réseaux électriques

[Comparative analysis of hybrid controllers of done systems (UPFC) and interphase power regulators type RPI 30P15 on contingency management in electrical networks]

KOKO KOKO Joseph¹, NNEME NNEME Léandre¹, NDJAKOMO ESSIANE Salomé², and BATASSOU GUILZIA Jeannot¹

¹Laboratory of Computer and Automatic Engineering, UFD of Engineering Sciences. ENSET, University of Douala, Douala, Cameroon

²Higher Normal School of Technical Education ENSET of EBOLOWA, University of Yaoundé 1, Yaoundé, 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: The aim of this work is to demonstrate that interphase power regulators (IPR) bring new and interesting ultra-solutions that complement those already taken into account by the FACTS (Flexible Alternative Transmission System) in the resolution of the problems related to the power flow in the AC transmission networks. In order to facilitate the understanding of this work, a comparative study of the performances of the two technologies between the UPFC (Unified Power Flow Controller) and RPI was carried out and at the end of which we were able to highlight the preponderance of RPI compared to the UPFC in the bypassing of the short-circuit fault insofar as the latter allows, in particular, an increase in the transformation capacity without an increase in the level of the short-circuit. The decoupled watt-var method has been used to control the UPFC while the RPI is controlled by phase shift. The simulation results are obtained in the Matlab Simulink environment and show the flexibility of the RPI compared to the UPFC in limiting strong contingencies.

KEYWORDS: Transmission line; High Contingency; FACTS; PST; TCPST; UPFC; Three-leg RPI 30P15; Phase-shifting transformer; Modeling.

RESUME: Ce travail a pour but de démontrer que les régulateurs de puissance interphases (RPI) apportent des solutions ultras nouvelles et intéressantes qui viennent en complément de ceux déjà pris en compte par les systèmes FACTS (Flexible Alternative Transmission System) dans la résolution des problèmes liés à l'écoulement de puissances dans les réseaux de transport en courant alternatif. Afin faciliter la compréhension de ce travail, une étude comparative des performances des deux technologies entre l'UPFC (Unifié Power Flow Controller) et RPI a été ressortie et à l'issue de laquelle nous avons pu ressortir la prépondérance du RPI par rapport à l'UPFC dans le contournement du défaut de court-circuit ceci dans la mesure où ce dernier permet notamment : l'accroissement de la capacité de transformation sans augmentation du niveau de court-circuit. La méthode watt-var découplée a été utilisée pour la commande de l'UPFC tandis que le RPI est commandé par variation de déphasage. Les résultats de simulation sont obtenus dans l'environnement Matlab Simulink et témoignent de la flexibilité du RPI par rapport à l'UPFC dans la limitation de fortes contingences.

MOTS-CLEFS: Ligne de transport d'énergie ; Fortes Contingences ; FACTS ; PST ; TCPST ; UPFC ; RPI 30P15 à trois branches ; Transformateur déphaseur ; Modélisation.

1 INTRODUCTION

Nowadays, the problems related to the operation of the production, transmission and distribution networks of electrical energy have taken a considerable magnitude. Like any productive sector, the production and transmission of energy are subject to the laws of a constantly growing market. In addition to the deregulation of the development of interconnections and the fluctuations of fuel prices, the economic aspect forces operators to manage the existing (generation sources, transmission lines, etc.) in the most profitable way possible [1]. However, the management of the power produced and transmitted through the network is not the only concern of the operators. This is all the more true since, in addition to the stochastic variations linked to non-linear and dynamic loads, severe faults with devastating effects (short-circuit, overvoltage, loss of an important production unit...etc.) can occur and plunge the network out of its stable operating regime. In addition, improving quality and reducing operating costs while respecting the constraints of the network, are considered as major issues of power flow. Facing such remarkable requirements, the use of active lines is considered. In the sense that they can react almost instantaneously to a contingency and counteract a potentially dangerous situation [2]. In order to respond favorably to this problem, several research works have been carried out and have brought a considerable push in the improvement of power transit and particularly the advancement of the technology of flexible AC transmission systems and interphase power regulators. However, FACTS devices present some malfunctions in the face of a certain short circuit peak. The need to create new power flow controllers to overcome the limitations of network operation caused by high short-circuit levels was the main motivation that in 1997 led JACQUES BROCHU [3] to present a thesis entitled "Interphase power controllers in steady state" in which he addresses the issue of adapting IPR technology to certain network problems, through the description of three applications that, to date, have proven to be more promising both technically and economically. The concern is to highlight the preponderance of each technology over the other in various contexts of power line operation.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 MATERIALS

2.1.1 HYPOTHESIS

To carry out our work, we made the following considerations: the generator and switches of our converter on the one hand and the phase-shifting transformer on the other hand will be assumed ideal, the line balanced, the voltage drops across the line represented by the reactance X , the inductance of the line is represented by L . The characteristics of the line are given in the table 1:

Table 1. Characteristics of the studied line [3]

U(KV)	F(HZ)	L(km)	R(ohm)	X(ohm)	P(MW)	Q(MVAR)
500	60	200	14.77	69.72	1120	840
S(MVA)						1400
$\phi(^{\circ})$						36.869

2.1.2 CASE OF UPFC

The block diagram of the UPFC is given in the figure 1, which will be used to model this device in the matlab-simulink environment.

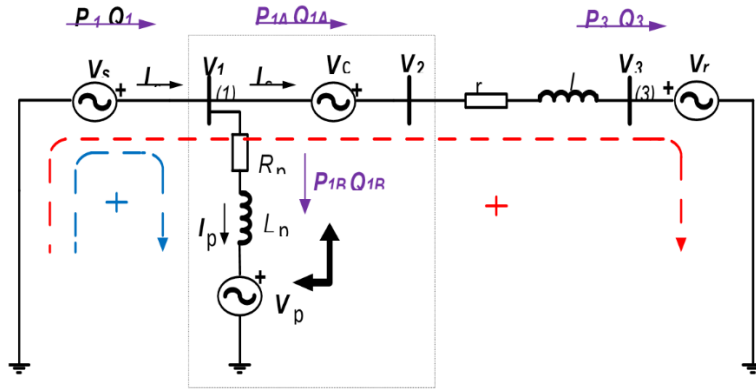


Fig. 1. Physical representation of a UPFC converter connected to the network for modeling purposes

Applying Kirchhoff's laws [4] to the meshes of the circuit in Figure (1) gives us the mathematical equations governing our system as follows:

$$\begin{cases} V_{sa} - V_{ca} - V_{ra} = r i_{sa} + L \frac{di_{sa}}{dt} \\ V_{sb} - V_{cb} - V_{rb} = r i_{sb} + L \frac{di_{sb}}{dt} \\ V_{sc} - V_{cc} - V_{rc} = r i_{sc} + L p \frac{di_{sc}}{dt} \end{cases} \quad (1)$$

In order to minimize the computing time, we have switched from the three-phase system to the two-phase system, i.e. from three-phase reference frames with coordinates a, b and c, to two-phase reference frames with coordinates d and q. The transformation matrix is the following (Park's matrix) [5]:

$$K = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos wt & \cos(wt - \frac{2\pi}{3}) & \cos(wt + \frac{2\pi}{3}) \\ \sin wt & \sin(wt - \frac{2\pi}{3}) & \sin(wt + \frac{2\pi}{3}) \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix} \quad (2)$$

So the system becomes:

$$\begin{cases} V_{psd} - V_{cd} - V_{rd} = r i_{psd} + L \frac{di_{sd}}{dt} - w L i_q \\ V_{sq} - V_{cq} - V_{rq} = r i_{sq} + L \frac{di_{sq}}{dt} + w L i_d \end{cases} \quad (3)$$

Using the matrix representation on the system we have :

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} i_{sd} \\ i_{sq} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{-r}{L} & w \\ -w & \frac{-r}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{sd} \\ i_{sq} \end{bmatrix} + \frac{1}{L} \begin{bmatrix} V_{sd} - V_{cd} - V_{rd} \\ V_{sq} - V_{cq} - V_{rq} \end{bmatrix} \quad (4)$$

The equation above corresponds to our model of serial converter. It will be used to build, under Simulink, the block which represents the serial part of the system. We also want to remind that the principle applied on the serial part will be the same on the parallel part of our system.

2.1.3 CASE OF RPI 30P15

The interphase power regulator uses a group of three-phase inductors and capacitors each installed in series between two networks or subnetworks. What distinguishes this new class of equipment from other series compensation equipment is the way the series components are connected to the networks. For example, the A-phase inductor and capacitor of the first

network could be connected to the B and C phases of the network. When all the components are energized, the magnitude and phase angle(δ) of the current is set in one of the two buses to which the controller is connected. The current control thus allows the power carried by the controller to be adjusted, as well as the reactive power absorbed or generated at one of the buses. Inductors and capacitors are always considered perfect without losses. The impedances of the series components are then reduced to their imaginary part, i.e. the reactance. In the context of the controller where the series components are arranged in parallel to each other, the term susceptance is used instead of reactance for practical reasons ($B = -1 / X$) [7].

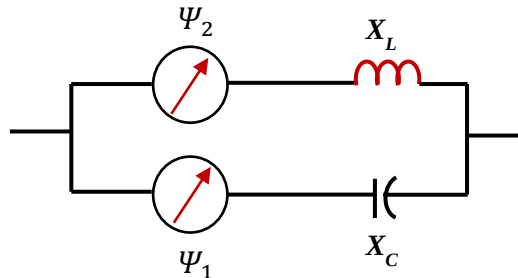


Fig. 2. Diagram RPI connected between two networks or subnets [7]

RPI technology has given rise to a wide range of devices that can take many different forms depending on the application. Before entering fully into the description of RPI, we felt it necessary to take a look at a few examples in order to highlight the versatility of the technology as well as the need for the analytical means presented later. Table 2 presents the main characteristics of the RPI topologies.

NUMBER OF BRANCHES

The number of branches in an RPI is one of its most fundamental aspects. In general, the single-phase. In general, the single-phase circuit of an RPI can have n branches in parallel. In practice, however, this number is kept to a minimum in order to limit the size and cost of the device. It is the angular range of the angle δ_{sr} across the device that defines the number of branches. [7]

TYPES OF INTERPHASE POWER REGULATORS

Depending on the connection bar, there are two types of interphase power controllers: synchronous interphase power controllers and asynchronous interphase power controllers.

Table 2. Topological characteristics of the RPI [8]

Topology		A number of branches	Nature of branches	Phase shift method	angle δ_{sr} (degré)	Adjustment method
Synchronous	240	2	Simple (C or L)	Connexion	240	susceptance
	180			transformation	180	
	120				120	
	30P15 30M15				30	
	60 with 90 ° injection			injection	0 à 60	phase shift Phase shift and transformation ratio
	20 with variable injection				0 à 20	
Asynchronous	3 branches	3	Double (C and L)	transformation	120	susceptance
	4 branches	4			90	
	4 branches and shunting	4				

To illustrate this, and at the same time justify the construction constraints that we will use later, the configuration of RPI highlighted in our work is the one with a phase-shifting transformer (PST) in parallel with a capacitor; it is the RPI 30P15. This configuration is illustrated on the figure 3.

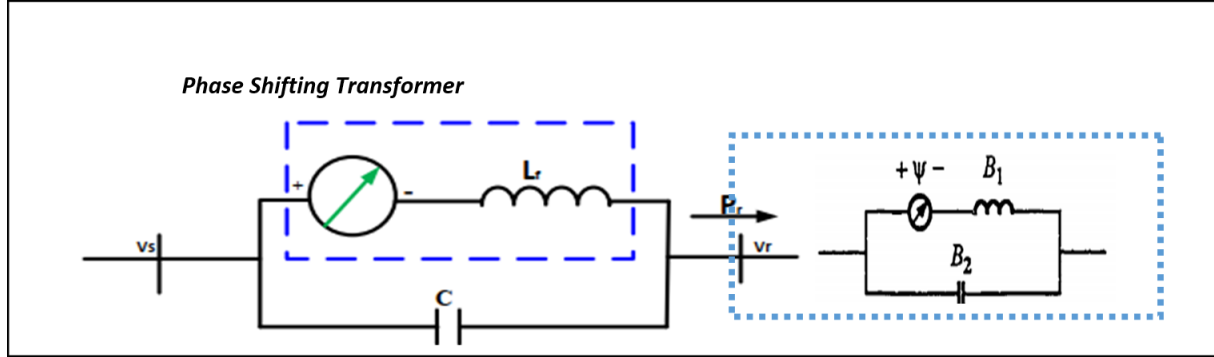


Fig. 3. RPI carried out by means of a transformer-phase-converter and of a condenser [9]

The model of our RPI connected to the network can be related to a quadrupole as shown in the figure 4:

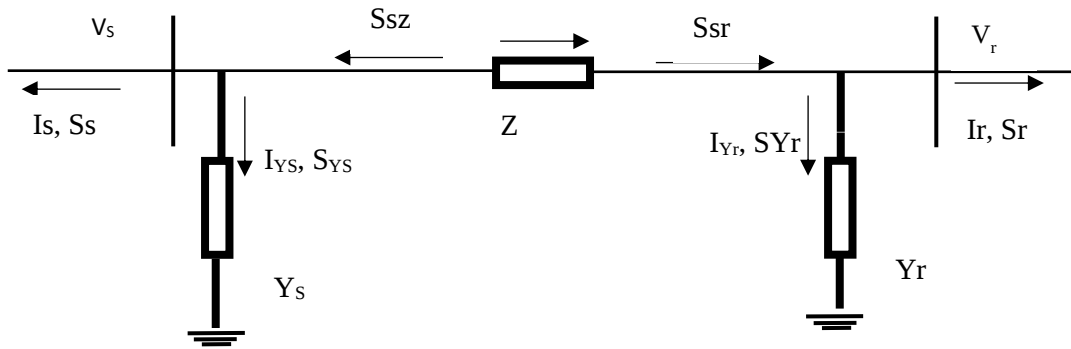


Fig. 4. Quadrupole in π [10]

The power balance of this circuit leads to the following equations.

SIGN CONVENTION OF THE POWERS

The apparent powers S_s , and S_r are defined in the same direction as the currents.

While posing :

$$\begin{aligned} V_s &= V_s e^{j\delta_{B1}} \\ V_r &= V_r e^{j\delta_{B2}} \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{cases} \delta_{B1} = \delta - \varphi_1 \\ \delta_{B2} = \delta - \varphi_2 \end{cases} \quad (7)$$

While for the powers S_r and S_s of the shunt admittances we obtain:

$$S_s = \frac{V_s V_r e^{j\delta_{B1}}}{Z^*} - \frac{V_s^2}{Z^*} \quad (8)$$

$$S_r = \frac{V_s V_r e^{j\delta_{B2}}}{Z^*} - \frac{V_r^2}{Z^*} \quad (9)$$

These power equations are based on the following assumptions: The system is symmetrical, so it is always possible to represent a three-phase element by a single-phase equivalent; the frequencies of the S and R bars are essentially the same ($f_s = f_r$), so that it is possible to use the phasors for the equation; the series elements are linear (they do not produce harmonics).

While posing :

$$\underline{Z} = \underline{R} + j\underline{X} \quad (10)$$

$$\underline{Y}_S = \underline{G}_S + j\underline{B}_S \quad (11)$$

$$\underline{Y}_R = \underline{G}_R + j\underline{B}_R \quad (12)$$

We can rewrite as am in trigonometric form

$$\underline{S}_S = \frac{1}{Z} [\underline{V}_S \underline{V}_R \underline{R} \cos(\delta_{B1}) - \underline{X} \sin(\delta_{B1}) - \underline{V}_S^2 \underline{R}] + \frac{1}{Z} [\underline{V}_S \underline{V}_R \underline{R} \sin(\delta_{B1}) + \underline{X} \cos(\delta_{B1})] - \underline{V}_S^2 \underline{R} \quad (13)$$

$$\underline{S}_R = \frac{1}{Z} [\underline{V}_S \underline{V}_R (\underline{R} \cos(\delta_{B2}) - \underline{X} \sin(\delta_{B2})) - \underline{V}_R^2 \underline{R}] + \frac{1}{Z} [\underline{V}_S \underline{V}_R (\underline{R} \sin(\delta_{B2}) + \underline{X} \cos(\delta_{B2}))] - \underline{V}_R^2 \underline{R} \quad (14)$$

$$\underline{S}_S = \underline{V}_S^2 (\underline{G} - j\underline{B}_1) = -\underline{P} + j\underline{Q}_S \quad (15)$$

$$\underline{S}_R = \underline{V}_R^2 (\underline{G} - j\underline{B}_2) = \underline{P} + j\underline{Q}_R \quad (16)$$

The active power P is positive when the power flow occurs from the S side to the right side, the reactive power Q_S , and Q_R are positive when the IPC generates reactive power to the buses to which it is connected Since $\delta_{B1} = -\delta_{B2}$ the powers P, Q_S and Q_R of the series element, formulas in terms of conductance and susceptance, become in matrix form [11]:

$$\begin{bmatrix} -\underline{V}_S \underline{V}_R \sin \delta_{B1} & -\underline{V}_S \underline{V}_R \sin \delta_{B2} \\ \underline{V}_S^2 - \underline{V}_S \underline{V}_R \cos \delta_{B1} & \underline{V}_S^2 - \underline{V}_S \underline{V}_R \cos \delta_{B2} \\ \underline{V}_R^2 - \underline{V}_S \underline{V}_R \cos \delta_{B1} & \underline{V}_R^2 - \underline{V}_S \underline{V}_R \cos \delta_{B2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \underline{B}_1 \\ \underline{B}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{P} \\ \underline{Q}_S \\ \underline{Q}_R \end{bmatrix} \quad (17)$$

$$\underline{B}_1 = \frac{\underline{P}(2\underline{V}_R - \underline{V}_S \cos \delta - \sqrt{3} \underline{V}_S \sin \delta) - \underline{Q}_R \underline{V}_R (\sqrt{3} \cos \delta - \sin \delta)}{\sqrt{3} \underline{V}_S \underline{V}_R (\underline{V}_S - 2\underline{V}_R \cos \delta)} \quad (18)$$

$$\underline{B}_2 = \frac{-\underline{P}(2\underline{V}_R - \underline{V}_S \cos \delta + \sqrt{3} \underline{V}_S \sin \delta) - \underline{Q}_R \underline{V}_R (\sqrt{3} \cos \delta + \sin \delta)}{\sqrt{3} \underline{V}_S \underline{V}_R (\underline{V}_S - 2\underline{V}_R \cos \delta)} \quad (19)$$

Equations two and three of (3.15) indicate that the reactive powers are coupled to each other by the following simple relation:

$$\underline{Q}_S = (\underline{B}_1 + \underline{B}_2)(\underline{V}_S^2 - \underline{V}_R^2) + \underline{Q}_R \quad (20)$$

The figure below illustrates the three-phase model of our RPI on a three-phase network

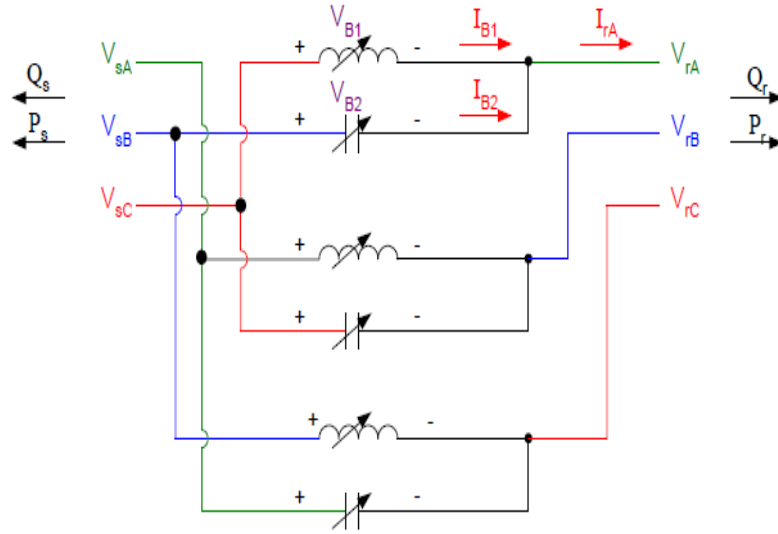


Fig. 5. three-phase model of the RPI30P15 connecting two regions of a network [1]

3 METHODS

3.1 CASE OF UPFC

Theoretically, the UPFC should be treated as a multivariable system because the two series and parallel converters are connected on one side to the transmission line and on the other side to the DC circuit and therefore have two outputs each[13]. Therefore, in order to facilitate the synthesis of the controllers, the processing of the two converters will be done separately. There are several possible configurations for controlling this compensator. But first we must determine the references to control the device. There are several methods of identifying the references (control quantities): Method based on the principle of active current, Decoupled Watt-Var Method and the Method of real and imaginary instantaneous power. In this work we have adopted the decoupled watt-var method [14]. The idea of this method comes from the equations of the voltages obtained after the Park transformation. The problem of non-linearity is avoided in this method by considering only the fundamental quantities for the control of our system.

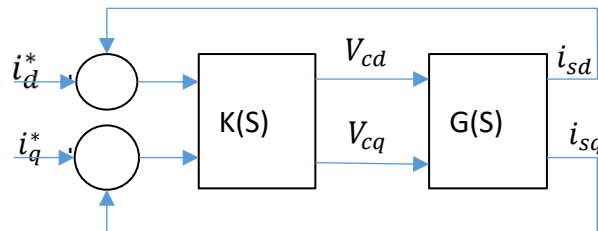


Fig. 6. Control circuit of the UPFC [8]

The principle of this method is to transform the measured quantities of current and voltage of the three phases on the two d-q axes using the Park transformation. Then the values of the active and reactive powers are imposed and the reference currents are calculated from these values (desired powers) and the values of the voltages measured by the two following equations:

$$i_{sd}^* = \frac{2}{3} \cdot \frac{(p_s^* V_{sd} - q_s^* V_{sq})}{V_{sd}^2 + V_{sq}^2} \quad (21)$$

$$i_{sq}^* = \frac{2}{3} \cdot \frac{(p_s^* V_{sq} + q_s^* V_{sd})}{V_{sd}^2 + V_{sq}^2} \quad (22)$$

The figure below illustrates the control circuit of the UPFC

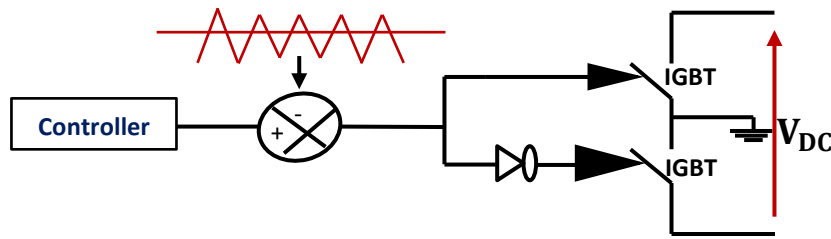


Fig. 7. Principle of the PMW Sinus-Triangle command [15]

3.2 CASE OF RPI

As part of our work, the choice was made on the control technique by variation of phase shift. The choice made on this method was inspired by studies carried out at CITEQ (Beauregard, Brochu, Morinet Pelletier, 1994) showing, however, that the phase-shift variation approach is clearly more interesting both in terms of performance and costs. Thyristor Controlled Phase Shift Transformer is a device based on phase shift and thyristor transformer technologies. PSTs are transformers with a complex transformation ratio. These transformers as a power flow controller, reduce transmission losses. With the advancement of power electronics devices, mechanical tap changers are replaced by thyristors, increasing the speed of phase shifters. The phase angle difference between the terminals of the TCPST is absorbed by a series transformer (step-up transformer) with a transmission line. The power budget of an RPI connected to the grid shows that it is possible to regulate the transit of active and reactive power between two systems, either by adjusting the amplitudes of the voltages or the angle of transport between the lines. This is what the phase-shifting transformer does. According to these equations if the voltages V_s and V_r are of the same amplitude, the power transit between the two points can be ensured by a variation of the angle between the two points using a symmetrical phase-shifting transformer [16]. The equations become [17].

$$P = \frac{3|V_1|^2}{X+X_{TD}} \sin(\delta \pm \alpha) \quad (23)$$

$$Q = \frac{3(|V_1|^2 \cos(\delta \pm \alpha) - |V_1|^2)}{X+X_{TD}} \quad (24)$$

Where $V_1 = V_2$, X_{TD} is the reactance of the phase-shifting transformer and α is the phase shift introduced by the phase-shifting transformer.

4 RESULTS AND DISCUSSION

This part constitutes the heart of our work insofar as it allows us to make a quantitative and qualitative study on the damage caused by any contingency as well as the capacity of bypassing it by the protection device set up. In this work, two types of faults have been studied: the short-circuit fault and the loss of a phase. It is in this sense that we began by bringing out the complete model of our line in the Matlab Simulink environment as represented in figure 8:

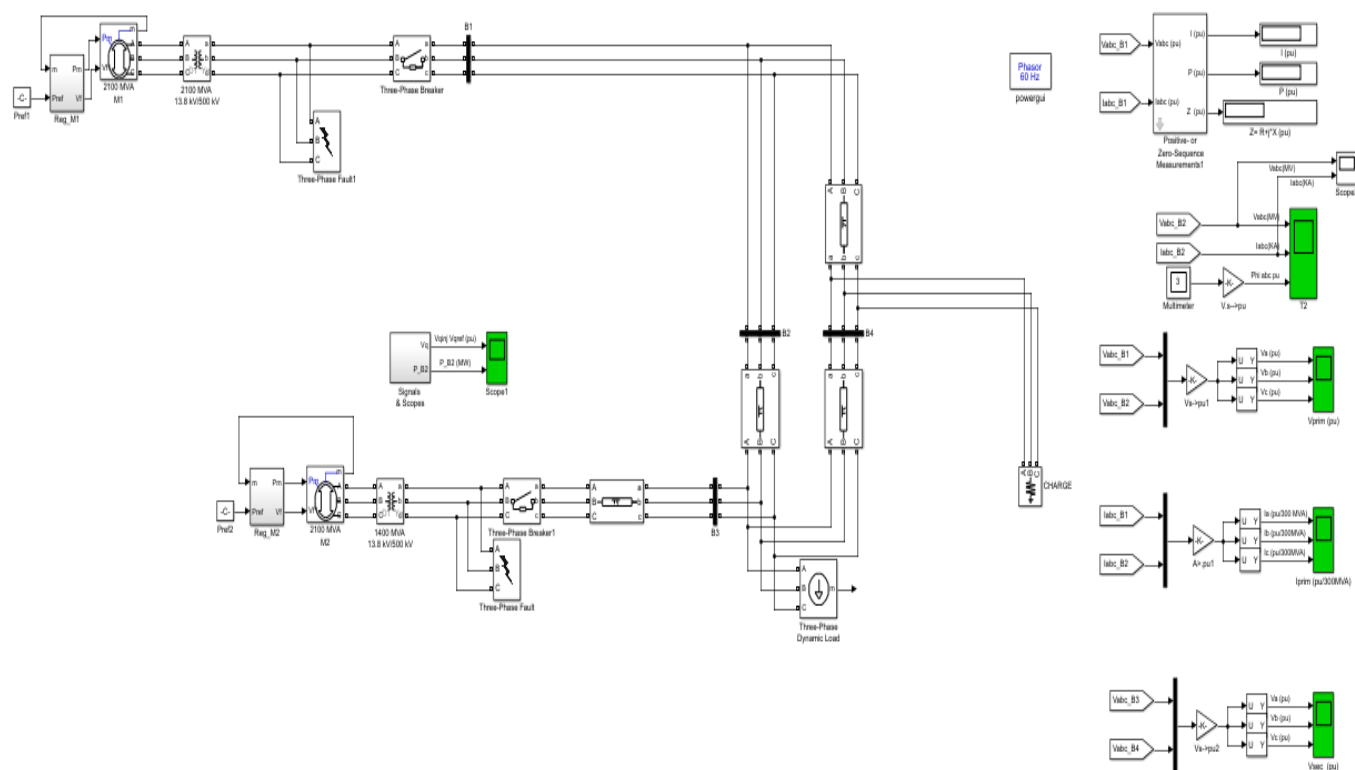


Fig. 8. Network without controller

This network will therefore be subjected to various tests and at the end of each test a comparative study of the measured quantities will be made. We would also like to remind you that the quantities measured in this work are voltages and currents.

4.1 SIMULATION OF THE UNDISTURBED NETWORK

During the pre-fault phase, the network is usually in a stable steady state. This phase of network operation is characterized by synchronization of network parameters, such as harmonization of voltages and currents which equalize $\tan$ in amplitude and in frequency and shifted by 120 degrees as shown in the figure 9:

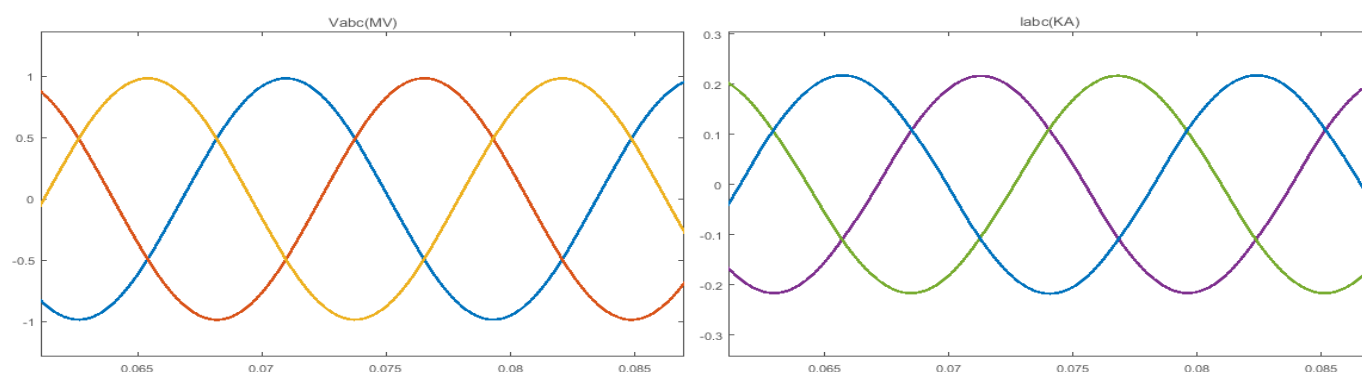


Fig. 9. Voltage and current of the fault-free line

As soon as a disturbance occurs, the network enters into fault conditions which are very often characterized by a difference between the electrical power of the line and the mechanical power, this difference will be felt on the size of the line as we can see on the figure 10:

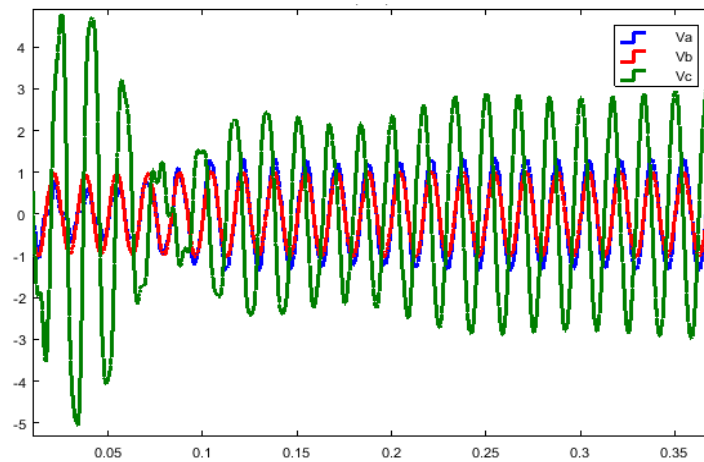


Fig. 10. Line voltage and current with fault without controller

The figure 10 shows the short circuit that we administered at time $t = 0s$ and which lasted $0.2ms$. We can notice here the difference of amplitude between the phases of none tend to gain while others also lose, can we note that after the phase of operation in the conditions of defect. The network remains unstable, which may cause the opening of the protection devices, resulting in a service interruption. The table below shows the differences that appear on the network in the presence of this contingency.

Table 3. Summary of the network without regulator

FAULT NETWORK STATE WITHOUT CONTROLLER						
Sizes	Before defect	In the presence of the defect	Td(ms)	Before defect	Relative error	Relative error in %
φ	36.86	75	0.2	0	38.13	103.44
V(MV)	500	265.54		0	234.46	46.892
I(KA)	2.8	5.69		0	2.89	103.214

Although the system in this case is not severely disturbed, its stability is still critical. In the absence of the control, the system underwent inadmissible oscillations of the transport angle (up to 75 degrees). In this case the network tends to instability, the course of the various parameters of the network is undamped oscillatory (instability of several oscillations), and this is caused by the loss of the equality production-consumption.

4.2 SIMULATION OF THE DEFECT IN THE PRESENCE OF THE UPFC CONTROLLER

The network assembly plus UPFC is shown below:

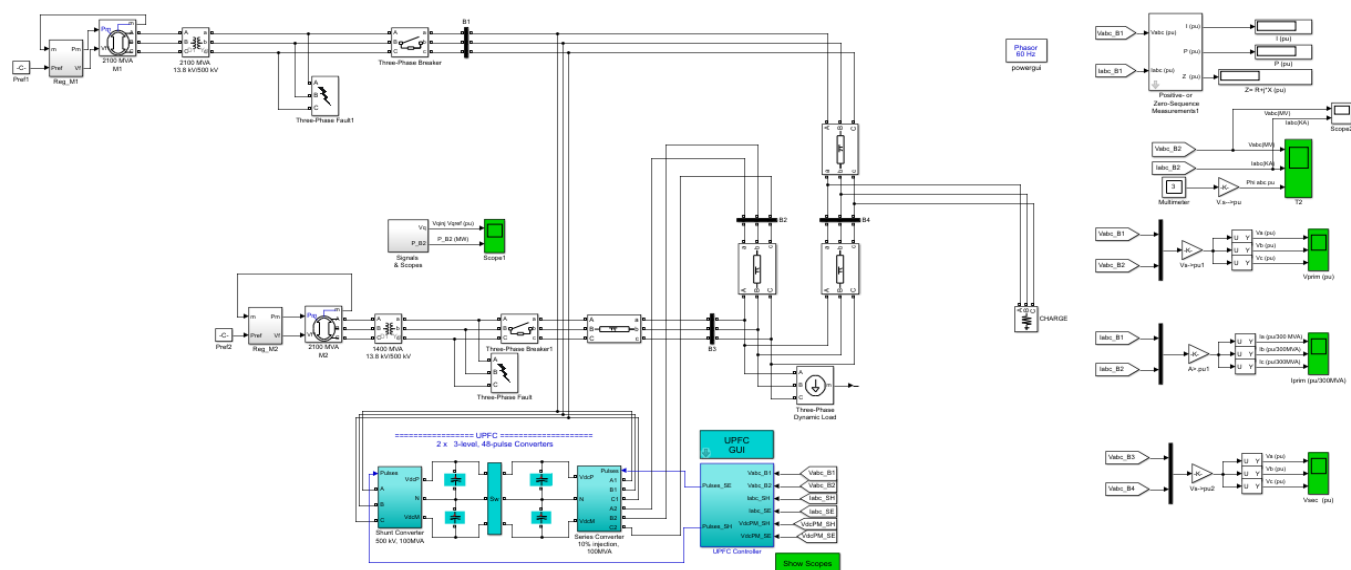


Fig. 11. Faulty network in the presence of the UPFC controller

4.2.1 SINGLE-PHASE SHORT-CIRCUIT IN THE PRESENCE OF THE UPFC

The short-circuit administered at this level is a short-circuit between phase and neutral, we administered it at the instant $t = 0.05\text{ms}$ and which lasted 0.2ms , the observed behavior is as follows :

- Visualization of voltages and currents

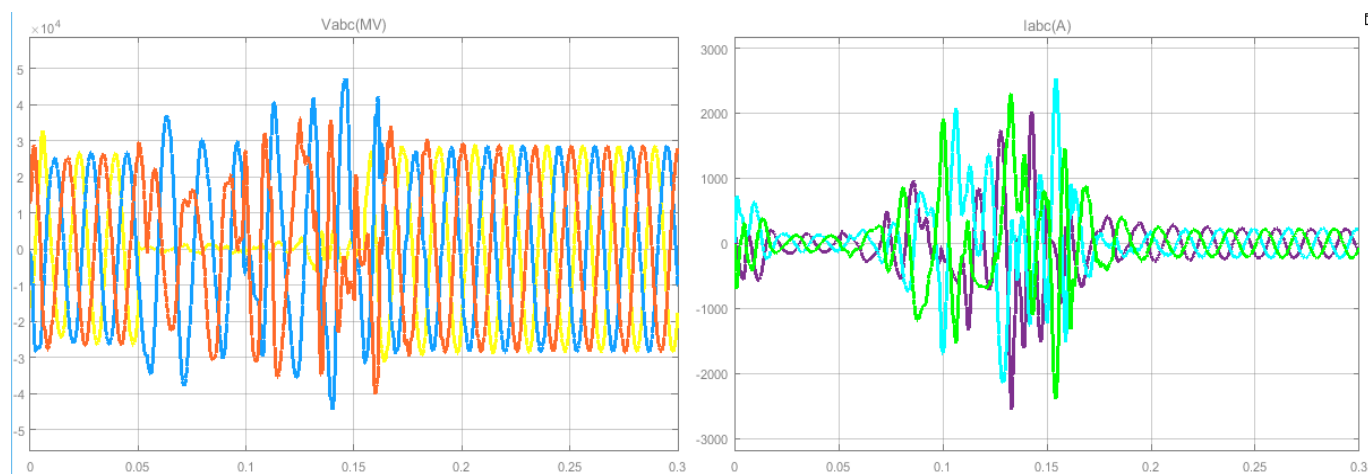


Fig. 12. Variation of voltages and currents of a single-phase short-circuited network with UPFC

A single-phase short circuit of 0.2ms duration in the presence of the UPFC controller gives rise to a transient of 0.12ms duration with variations as shown in the table 4.

Table 4. Variation of single-phase short-circuit network quantities with UPFC

STATE OF THE NETWORK AT FAULT WITH CONTROLLER						
Nature of the defect		Two-phase short-circuit				
Type of controller	Sizes	Before defect	In the presence of the defect	Td(ms)	Error	Relative error in %
UPFC	V(KV)	500	450	0.2	50	10
	I(KA)	2.8	2.4		0.4	14.28

We notice in this table that a single-phase short-circuit in a network in the presence of the UPFC controller is characterized by a strong increase of the current which tends to exceed the nominal intensity of the line. On the other hand, the opposite is true for the voltages, which forces us to say that the UPFC favors a good maintenance of the voltage plan profile.

4.2.2 TWO-PHASE SHORT-CIRCUIT IN THE PRESENCE OF THE UPFC

The short-circuit administered at this level is a short-circuit between phase and phase, we have always administered it at the same period $t = 0.05\text{ms}$ and for the same 0.2ms fault duration the observed behavior is as follows:

- Visualization of voltages and currents

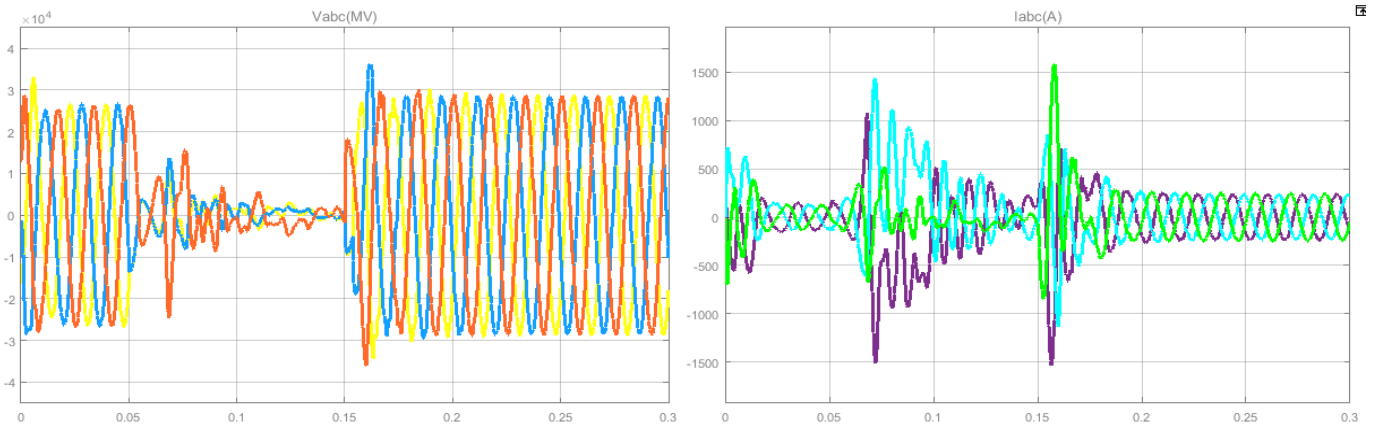


Fig. 13. Variation of voltages and currents of a two-phase short-circuited network with UPFC

A two-phase short-circuit lasting 0.2ms in the presence of the UPFC controller gives rise to a transient regime lasting 0.24ms . The table below provides information on the evolution of the network parameters in the presence of this fault.

Table 5. Variation of the two-phase short-circuit network quantities with UPFC

STATE OF THE NETWORK AT FAULT WITH CONTROLLER						
Nature of the defect		Two-phase short-circuit				
Type of controller	Sizes	Before defect	In the presence of the defect	Td(ms)	Error	Relative error in %
UPFC	V(KV)	500	175	0.2	325	65
	I(KA)	2.8	1.63		1.17	41.78

The observation remains the same as for the single-phase short circuit.

4.2.3 RUPTURE OF A PHASE IN THE PRESENCE OF UPFC

In this part, we have made the same considerations for the time of the beginning of the fault as for its duration. The loss of one phase of the line in the presence of a controller can generate the phenomena observed below:

- Visualization of voltages and currents

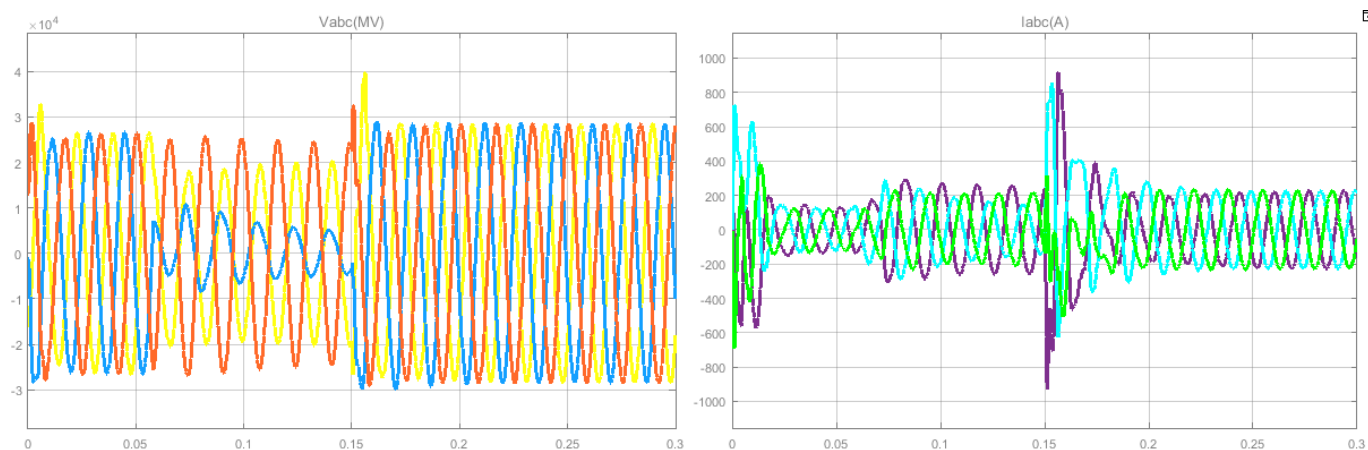


Fig. 14. Variation of voltages and currents in a network with a phase deficit with UPFC

We notice how the appearance of a fault in the presence of the UPFC makes all the phases oscillate and sometime later, the network finds a new regime of stable functioning, the oscillations generated by the disturbance disappear with an attenuated amplitude. This during in spite of the presence of the UPFC, the peaks of intensity remain a concern in this network. The table below shows the evolution of the network parameters in the presence of this fault.

Table 6. Variation of network quantities in phase failure with UPFC

STATE OF THE NETWORK AT FAULT WITH CONTROLLER						
Nature of the defect		Rupture of a phase				
Type of controller	Sizes	Before defect	In the presence of the defect	Td(ms)	Error	Relative error in %
UPFC	V(KV)	500	230	0.2	270	54
	I(KA)	2.8	0.9		1.9	90

4.2.4 SIMULATION OF DEFECT IN THE PRESENCE OF CONTROLLER RPI

In this section, we are only interested in the disturbed regime of the network in the presence of the RPI controller while considering the results before, in the presence of the fault without unchanged controller. The network plus RPI controller set is represented as follows:

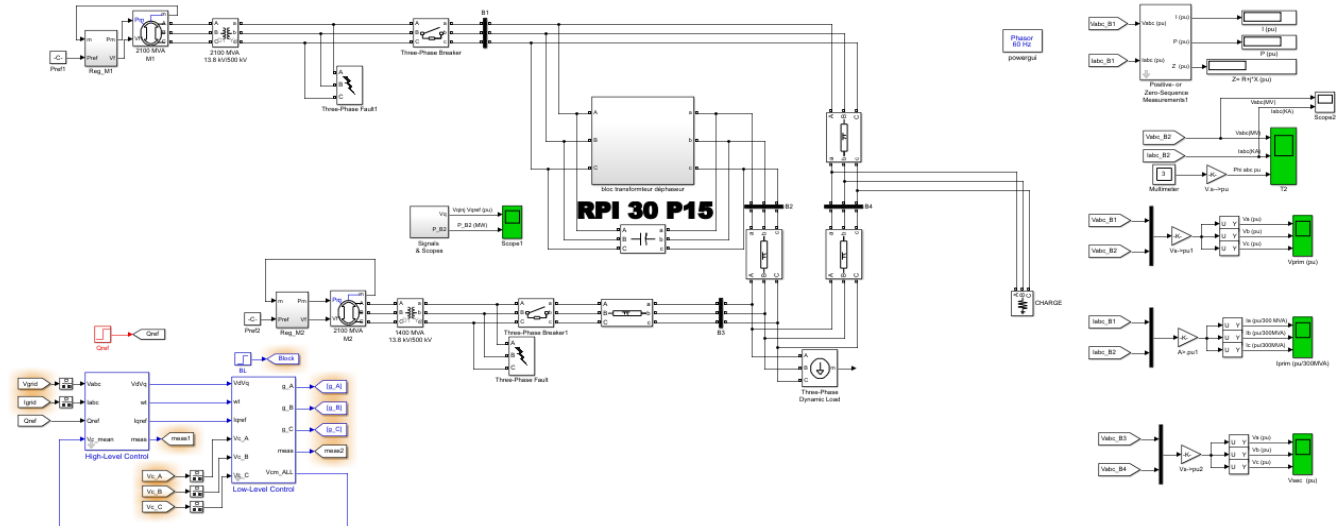


Fig. 15. Faulty network in the presence of the RPI controller

4.2.5 SINGLE-PHASE SHORT-CIRCUIT IN THE PRESENCE OF THE RPI

The short-circuit administered at this level is a short-circuit between phase and neutral, we administered it at the instant $t = 0.05\text{ms}$ and which lasted 0.2ms , the observed behavior is as follows:

- Visualization of voltages and currents in the presence of an RPI

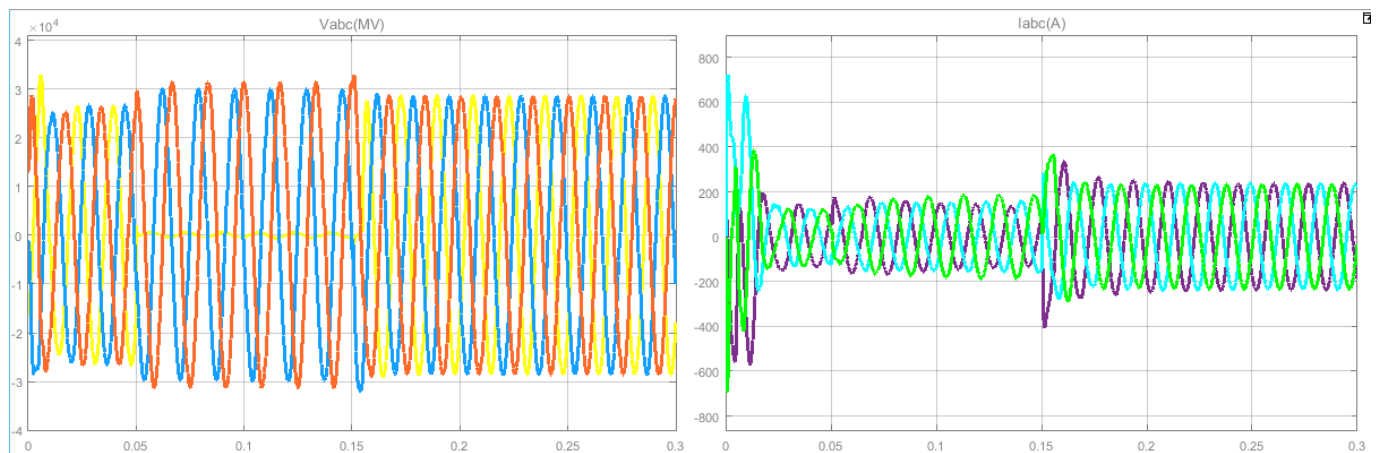


Fig. 16. Variation of voltages and currents of a single-phase short-circuited network with RPI

A single-phase short circuit of 0.2ms duration in the presence of the RPI controller gives rise to a transient of 0.11ms duration. The table 7 shows the evolution of the network parameters in the presence of this fault.

Table 7. Variation of network quantities in single-phase short-circuit with RPI

STATE OF THE NETWORK AT FAULT WITH CONTROLLER						
Nature of the defect		Short-circuit single-phase current				
Type of controller	Sizes	Before defect	In the presence of the defect	Td(ms)	Error	Relative error in %
RPI 30P15	V(KV)	500	350	0.2	150	30
	I(KA)	2.8	0.26		2.54	90.71

We note in this table that a single-phase short-circuit in a network in the presence of the RPI controller causes current fluctuations with damped amplitudes and increasingly lower than the rated current.

4.2.6 TWO-PHASE SHORT-CIRCUIT IN THE PRESENCE OF THE RPI

The short-circuit administered at this level is a short-circuit between phase and phase, we have always administered it at the same period $t = 0.05\text{ms}$ and for the same 0.2ms fault duration the observed behavior is as follows :

- Visualization of voltages and current in the presence of an RPI

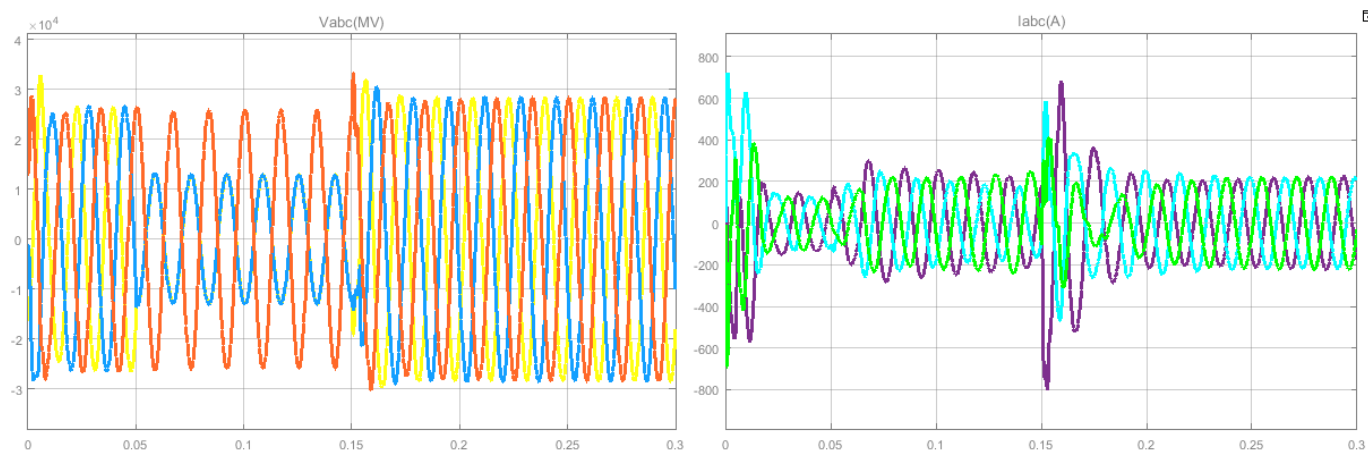


Fig. 17. Variation of voltages and currents of a two-phase short-circuited network with UPFC

A two-phase short-circuit lasting 0.2ms in the presence of the RPI controller gives rise to a transient regime lasting 0.125ms . The table 8 provides information on the evolution of the network parameters in the presence of this fault.

Table 8. Variation of the two-phase short-circuit network quantities with RPI

STATE OF THE NETWORK AT FAULT WITH CONTROLLER						
Nature of the defect		Two-phase short-circuit				
Type of controller	Sizes	Before defect	In the presence of the defect	Td(ms)	Error	Relative error in %
RPI 30P15	V(KV)	500	275	0.2	225	45
	I(KA)	2.8	0.658		2.142	76.5

4.2.7 BREAKING OF A PHASE IN THE PRESENCE OF RPI

In this part, we have made the same considerations for the time of the beginning of the fault as for its duration. The loss of one phase of the line in the presence of a controller can generate the phenomena observed below:

- Visualization of voltages and currents in the presence of an RPI

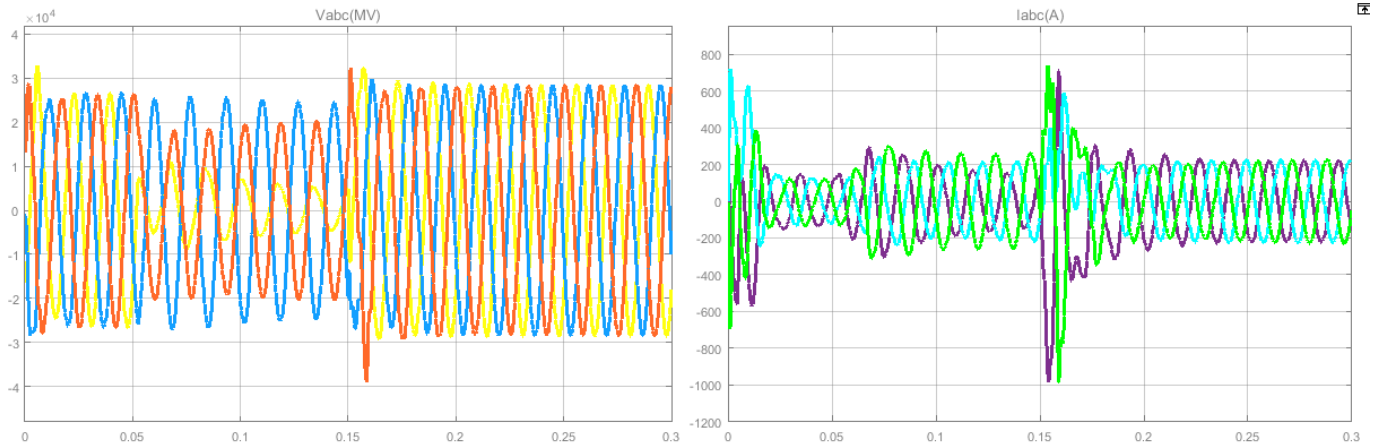


Fig. 18. Variation of voltages and currents of a network with a phase deficit with RPI

Once again we can appreciate the juicy contribution of the RPI controller in improving network performance as shown in the table 9 :

Table 9. Variation of the quantities of the network in phase failure with RPI

STATE OF THE NETWORK AT FAULT WITH CONTROLLER						
Nature of the defect		Two-phase short-circuit				
Type of controller	Sizes	Before defect	In the presence of the defect	Td(ms)	Error	Relative error in %
RPI 30P15	V(KV)	500	306	0.2	194	38.8
	I(KA)	2.8	0.66		2.14	76.42

5 COMPARATIVE STUDY

In this part of the work, we will make a comparative study of the results obtained with a view to highlighting the assets or area of therapeutic competence of each technology. This analysis will be done in the form of a summary table.

5.1 SHORT CIRCUIT FAULT

Table 10. Summary of the single-phase short-circuit network with regulator

STATE OF THE NETWORK AT FAULT WITH CONTROLLER									
Nature of the defect		Short-circuit single-phase current					Two-phase short-circuit		
Type of controller	Sizes	Before defect	Td(ms)	In the presence of the defect	Relative error	Relative error In %	In the presence of the defect	Error	Erreur relative en %
UPFC	V(KV)	500	0.2	450	50	10	175	325	65
	I(KA)	2.8		2.4	0.4	14.28	1.63	1.17	41.78
RPI 30P15	V(KV)	500		350	150	30	275	225	45
	I(KA)	2.8		0.26	2.54	90.71	0.658	2.142	76.5

We notice in this table that a single-phase short-circuit in a network in the presence of the UPFC controller is characterized by a strong increase of the current which in certain cases, can go until exceeding the nominal current of the line whereas in

the presence of the RPI controller this current tends to become increasingly lower than the nominal current. At the same time, at the level of the voltages, we observe rather the opposite facts, forcing us to say that the UPFC favors a good maintenance of the profile of the voltage plane rather than the RPI. We therefore have a voltage deficit of 10% for a network with UPFC rather than 30% for the network with RPI.

Also we notice in this table that a two-phase short circuit in a network in the presence of the UPFC controller is characterized by two current transients while the presence of the RPI controller gives rise to a single transient. We therefore have a voltage deficit of 65% for a network with UPFC rather than 45% for the network with RPI.

5.2 BREAKING A PHASE

Table 11. Network summary with break of a phase with regulator

STATE OF THE NETWORK AT FAULT WITH CONTROLLER						
Nature of the defect		Rupture of a phase				
Type of controller	Sizes	Before defect	In the presence of the defect	Td(ms)	Relative error	Relative error In %
UPFC	V(KV)	500	230	0.2	270	54
	I(KA)	2.8	0.9		1.9	90
RPI 30P15	V(KV)	500	306		194	38.8
	I(KA)	2.8	0.66		2.14	76.42

We can see here that the loss of one phase negatively impacts all three phases of the network, both in the presence of a UPFC controller and an RPI controller. During this period, small differences can be seen. The network with UPFC is subtracted from 54% of its nominal voltage while the one with RPI is only debited from 38.8% of its voltage which explains in a certain way the flexibility of the RPI controller in the repair of the loads compared to the UPFC controller.

6 CONCLUSION

The current state of operation of the electricity networks is marked by constraints due to overloading, voltage drops, and the situation is further aggravated in the case of short circuits. The consequences are characterized by an insufficient level of service quality and high operating costs, due to the use of thermal generation and load shedding in case of incident. In order to optimize the operation of electrical transmission networks, we proposed to improve the operating conditions of the networks by two optimal control devices, namely the UPFC controller on the one hand and RPI on the other hand. In order to better understand the problem and to reach our objective, we have first presented the two technologies highlighted in order to understand their specificity. Subsequently, the feasibility and efficiency of the two controllers have been highlighted from a sample of results, obtained by simulating the prototype of a two-source transmission line, associated with a load. The results obtained show that the UPFC controller is effective in maintaining the voltage of the network and in repairing the load between the different phases. This last one presents weaknesses in front of a certain peak of the short-circuit fault, at this level the RPI30P15 controller showed itself more dynamic and even more adapted to this type of contingency. The UPFC can be considered here as an excellent support for maintaining the voltage of a disturbed network while the RPI can take the prize of excellent support for maintaining the network current. For future work, since power is dynamic, it will be appropriate to model an FPGA-driven RPI30P15 to better regulate power in electrical networks.

REFERENCES

- [1] Jacques Lemay, Jacques Brochu, François Beauregard, Interphase Power Controllers : the FACTS family is growing.
- [2] Messalti S. "Evaluation of The Transient Stability Of Electro-energetic Systems By Neural Networks" Thesis presented at the University of Sétif Faculty of Engineering Sciences Department of Electrical Engineering To obtain the Magister degree June 2004
- [3] JACQUES BROCHU, Les Régulateurs de puissance interphases en régime établi, 1996.
- [4] Alkhatib H. "Study of stability to small disturbances in large electrical networks optimization of regulation by a meta heuristic method", PhD thesis, univer-site Paul Cezanne D'aix-Marseille Faculty of Sciences and Techniques, December 5, 2008.
- [5] CIGRE Task Force 38.02.17, 1999, Advanced Angle Stability Controls, A Technical Brochure for International Conference on Large High Voltage Electric Systems (CIGRE), December 1999.
- [6] Messalti S. " Evaluation De La Stabilité Transitoire Des Systèmes Électro énergétiques Par Les réseaux De Neurones " (Evaluation of the transient stability of electro-energetic systems by neural networks), presented at the University of Setif, Faculty of Engineering Sciences, Department of Electrical Engineering, for the award of the Magister degree, June 2004.
- [7] J. Brochu, "Interphase Power Controllers", Polytechnic International Press, Montreal, January 1999.
- [8] Andréia Maia Montreio : Study of short-circuit current limiting devices (interphase power controller), article published in February 2005. VII, 115 p.
- [9] LU Wei "Optimal load shedding for the prevention of large power outages" Doctor De L'institut Polytechnique De Grenoble July 6, 2009.
- [10] Mandeng, J. Mbihi, J. Kom, Design of an Automated Dual IPCs 240 System for Asymmetric Power Flow Compensation in an AC Electric Network, Science Publisher. Vol 6, 2017. PP 32 - 39.
- [11] BROCHU J., BEAUREGARD, F., LEMAY, J., PELLETIER, P. et MARCEAU, R. J (1997). Steady-state analysis of power fow controllers using the power controller plane. Submitted to 1' E E E in October 1997.
- [12] THEODORE WILDI 4th edition book of electrical engineering.
- [13] Crappe M., Stabilité et sauvegarde des réseaux d'énergie électrique, Ed. Bermes Science Publication, Lavoisier, 2003.
- [14] K.K. Joseph, N.N. Léandre, K. Charles Hubert, N. ESSIANE Salomé. Contribution to the optimization of the transient stability of an electric power transmission network using a UPFC stabilizer controlled by a three-stage inverter. World Journal of Engineering and Technology.
- [15] Brogan W.L., et al, Control Systems, The Electric Engineering Handbook, CRC Press LLC, Boca Raton, 2000.
- [16] Martin Hennebel, Valuation of system services on an electricity transmission network in a competitive environment, PhD thesis, Paris University, November 2009.
- [17] Gholipour Shahraki E., UPFC's contribution to improving the transient stability of electrical networks, Doctoral thesis, Faculty of Sciences & Techniques, Henri Poincaré University, Nancy-I, 2003.
- [18] BOUSSAHOUA et al (Jun 2003), use of the direct function-based method.

Contribution des nannofossiles dans la recherche pétrolière du bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire : Essai de paléotempérature

[Contribution of nannofossils in oil research in the sedimentary basin of Côte d'Ivoire: Paleotemperature test]

N. Zagbayou^{1,2}, M. Ennin Tetchie², Z. B. Digbehi¹, and Traore Famoussa²

¹Laboratoire de Géologie, Ressources Minérales et Energétiques, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières (STRM), Université Felix Houphouët Boigny Cocody, 22 BP 801, Abidjan 22, Côte d'Ivoire

²Petroci, Centre d'Analyses et de Recherche (Car), BP V 194, 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: The analyzes carried out in this work relate to the biostratigraphy and paleotemperature, offshore geological formations of the Ivorian sedimentary basin. They are based on the study of 117 cuttings samples from the N1 and N2 wells. These analyzes led to a paleoenvironmental reconstruction. The main stratigraphic species of nannofossils allowed a local nannostratigraphic scale of the upper part of the Campanian and the late Maastrichtian and of the Maastrichtian Danian passage. In the different wells, the qualitative and quantitative analyzes show that at the Cretaceous / Paleogene limit, the nannofossil populations disappear with nearly 100% of their diversity and their overall numbers. However, we note that there was a slight warming in the Lower Maastrichtian followed by a cooling of the waters in the early Tertiary (Paleocene). The renewal of nannofossils does not begin until the Danian after the extinction resulting from the K / Pg crisis. In the wells, the sudden extinction (accompanied by a drop in CaCO₃) and the mode of renewal of nannofossils indicate a catastrophic event at the end of the Cretaceous.

KEYWORDS: Nannofossil, K/Pg Boundary, Biozonation, Maastrichtien, Danian, Campanien, offshore Bassin, Côte d'Ivoire.

RESUME: Les analyses effectuées dans ce travail portent sur la biostratigraphie et la paléotempérature, des formations géologiques offshore du bassin sédimentaire ivoirien. Elles s'appuient sur l'étude de 117 échantillons de déblais issus des puits N1 et N2. Ces analyses ont abouti à une reconstitution paléoenvironnementale.

Les principales espèces stratigraphiques de nannofossiles ont permis une échelle nannostratigraphique locale de la partie supérieure du Campanien et du Maastrichtien terminal et du passage Maastrichtien Danien.

Dans les différents puits, les analyses qualitatives et quantitatives montrent qu'à la limite Crétacé/Paléogène, les populations de nannofossiles disparaissent avec près de 100% de leur diversité et de leurs effectifs globaux. Toutefois, nous remarquons qu'il y a eu un léger réchauffement au Maastrichtien inférieur suivi d'un refroidissement des eaux au début du Tertiaire (Paléocène). Le renouvellement des nannofossiles ne débute qu'au Danien après l'extinction qui résulte de la crise K/Pg. Dans les puits, l'extinction brutale (accompagnée d'une chute de CaCO₃) et le mode de renouvellement des nannofossiles indiquent un événement catastrophique à la fin du Crétacé.

MOTS-CLEFS: Nannofossiles, limite K/Pg, Danien, Maastrichtien, Campanien, Bassin offshore, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

Au cours de ces dernières décennies, de nombreuses études micropaleontologiques ont été menées à la fois onshore et offshore au niveau du bassin [1, 2, 3].

Les études des nannofossiles calcaires n'est généralement pas effectuée car cette étude est nouvelle et presque méconnue des géologues ivoiriens à part les rares travaux réalisés sur la Ride Ghana Côte d'Ivoire par [4].

Pourtant la disponibilité des microscopes optiques à haute résolution, l'amélioration des techniques de microscopie électronique, les études sur les sédiments profonds des océans grâce aux projets internationaux de forages océaniques DSDP, IPOD, ODP et IODP et l'exploration pétrolière ont fortement contribué à leur connaissance et utilisation.

Le présent travail vise à résoudre un certain nombre de questions scientifiques notamment:

- Comment l'analyse des nannofossiles pourrait-elle contribuer à l'amélioration de l'échelle biostratigraphique locale établie jusque-là grâce aux études de foraminifères
- la combinaison des données de nannofossiles avec celles de la lithologie, de la calcimétrie et de la géochimie, peut-elle préciser l'environnement de dépôt de ces sédiments au cours de la l'intervalle Campanien-Danien dans le bassin ivoirien ?

Cette étude vise à décrire avec précision, l'évolution des environnements de dépôt des formations présentes par le biais de la connaissance sur la paléotempérature des espèces rencontrés dans les puits N1 et N2.

Les puits N1 et N2 sont situés dans la marge d'Abidjan du bassin offshore ivoirien (fig.1).

Leur coordonnées géographiques se présentent comme suit :

N1 4°49'20,24"N 3°15' W

N2 4°59'58, 38"N 3°38'W

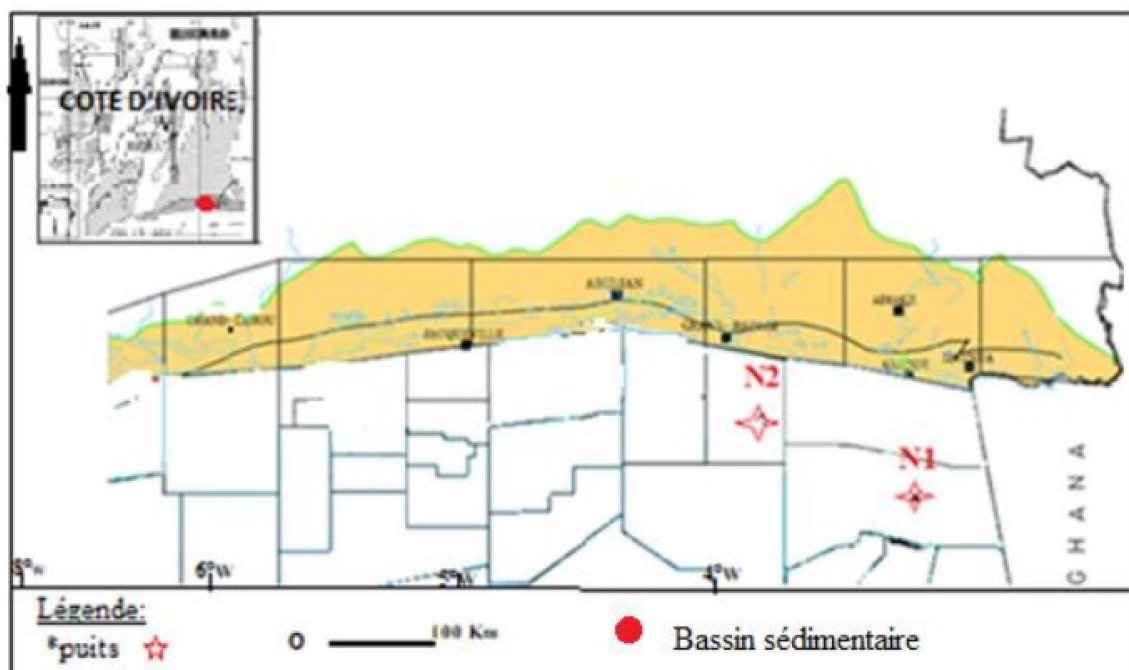


Fig. 1. Localisation géographique des puits N1et N2 étudiées

2 MATERIEL ET METHODES

Le matériel utilisé est constitué exclusivement de déblais de forage sur lesquels une technique standard d'extraction des nannofossiles a été opéré en plusieurs étapes classiques.

Notamment répartition homogène de vaguelettes sur la lame ; recouvrement par une lamelle par le biais d'un adhésif (Loctite 835) et identification taxonomique au microscope pétrographique Nikon (Ellipse LV100POL).

Les interprétations nannostratigraphiques sont basés sur la première et la dernière apparition des espèces chronostratigraphiques et les biozones utilisées sont celle de [5, 6] sur le Crétacé et celle de [7] pour le Tertiaire.

3 RESULTATS

3.1 ETUDE QUALITATIVE ET QUANTITATIVE DES NANNOFOSSILES

Au niveau du puits N1-1X les nannofossiles ont été identifiés dans l'intervalle 1464 -2472 m dont trente-sept (37) ont été spécifiés et trois (3) ont été laissés en nomenclature ouverte. Dix (10) espèces d'entre elles ont servi aux découpages nanostratigraphiques de l'intervalle d'étude. Le tableau 1 présente la quantité d'espèces présents dans le puits N1.

Le passage Crétacé /Tertiaire est marquée par un intervalle de dissolution des nannofossiles qui pourrait être dû à une rapide acidification des eaux ou à un approfondissement du milieu.

Le début du Maastrichtien est marqué par à une présence d'espèces et se raréfiant à partir de la côte 1720 m, Cette absence de nannofossiles calcaires pourrait être due à la dissolution diagénétique ou chimique intense des carbonates probablement liées à une acidification des eaux enregistrée dans l'intervalle 1760-2460m ou absents. Le campanien n'a pu être identifié.

Tableau 1. Répartition verticale des populations d'espèces répertoriées dans l'intervalle (1464-1836 m) du puits N1 étudié 1/2

[illegible]

[illegible]

La nannoflore de cet intervalle est abondante et consignée dans le Tableau 2.

La présence de *Quadrum sissinghii* et de *Quadrum trifidus* dans cette association permet d'attribuer aux sédiments de cet intervalle un âge pas plus jeune que maastrichtien inférieur.

3.2 PALÉOTEMPÉRATURE DES NANNOFOSSILES CALCAIRES

Les tableaux 3 et 4 présentent l'abondance relative des espèces en fonction de la température au Paléocène et au Crétacé supérieur.

- **Au Paléocène** : les espèces des eaux froides (Fig.2) sont plus abondantes (**92%**), avec une forte présence de *Coccolithus pelagicus*, que les espèces des eaux chaudes (**8%**). Nous pouvons conclure qu'au Paléocène les masses d'eaux se sont refroidies.
- **Au Crétacé** : le nombre d'espèce des eaux chaudes (Fig.3) est sensiblement égal (**59%**) à celui d'espèce des eaux froides. Les assemblages sont dominés par *Watznaueria barnasea* (Pl1/1) pour les espèces des eaux chaudes et *Quadrum sissinghii* donc ces masses d'eaux étaient plus ou moins froides.

Tableau 3. Nombre de spécimens des espèces du Tertiaire en fonction de la température du puit N1

		Quantité	Total
Espèces des eaux froides	<i>Coccolithus pelagicus</i>	35	35
Espèces des eaux chaudes	<i>Sphenolithus abies</i>	2	3
	<i>Discoaster sp.</i>	1	

Fig. 2. Distribution sectorielle des espèces du Paléocène en fonction de la température du milieu du puits N1

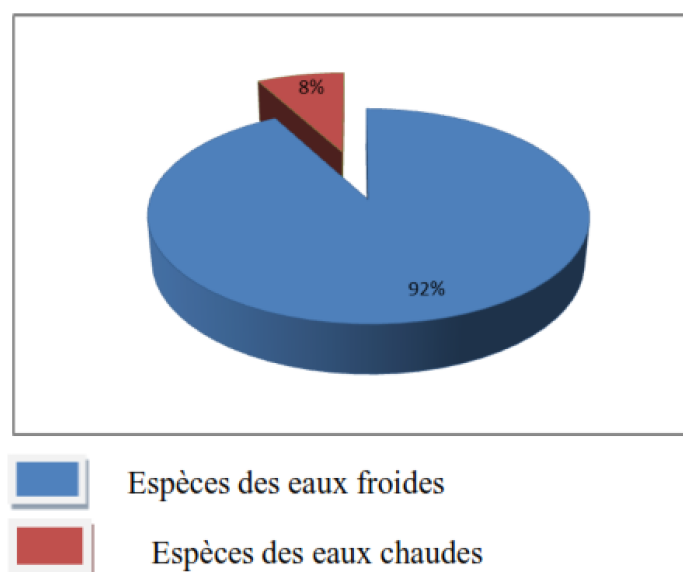
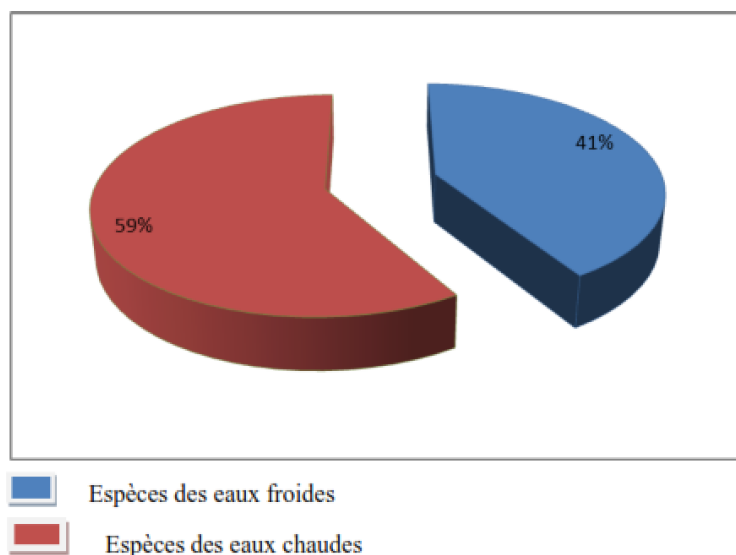


Tableau 4. Nombre de spécimen des espèces du Crétacé en fonction de la température du puits N1

		Quantité	Total
Espèces des eaux chaudes	<i>Micula murus</i>	2	30
	<i>Uniplanarius sissinghii</i>	14	
	<i>Uniplanarius trifidus</i>	2	
	<i>Watznaueria barnasea</i>	11	
Espèces des eaux froides	<i>Cribrosphaerella ehrenbergii</i>	1	21
	<i>Micula concava</i>	1	
	<i>Micula staurophora</i>	13	
	<i>Prediscosphaera cretacea</i>	7	

Fig. 3. Distribution sectorielle des espèces du Crétacé en fonction de la température du milieu du puits N1



3.3 Puits N2

Les tableaux 5 et 6 présentent le nombre de spécimens en fonction de la température au cours du Paléocène et du Maastrichtien

- **Au Paléocène** : Les espèces des eaux froides (Fig.4) sont plus abondantes (95%), avec une forte présence de *Coccolithus pelagicus* au regard des espèces des eaux chaudes (5%) reflétant les masses d'eaux chaudes dans cet étage.
- **Au Crétacé** : les espèces des eaux froides (Fig.5) sont dominés (53%) par *Prediscosphaera cretacea* (PI1/2) et *Gartnerago segmentatum* (PI2/8) contre celles des eaux chaudes (47%). Essentiellement représenté par *Watznaueria barnasiea*. Il en résulte donc que les masses d'eaux étaient plus ou moins froides.

Tableau 5. Nombre de spécimen des espèces du Tertiaire en fonction de la température du puits N2

		Quantité	Total
Espèces des eaux relativement froides	<i>Coccolithus pelagicus</i>	77	84
	<i>Recticulofenestra sp</i>	7	
Espèces des eaux relativement chaudes	<i>Thoracosphaera sp</i>	3	4
	<i>Discoaster sp.</i>	1	

Fig. 4. Distribution sectorielle des espèces du Tertiaire en fonction de la température du milieu du puits N1

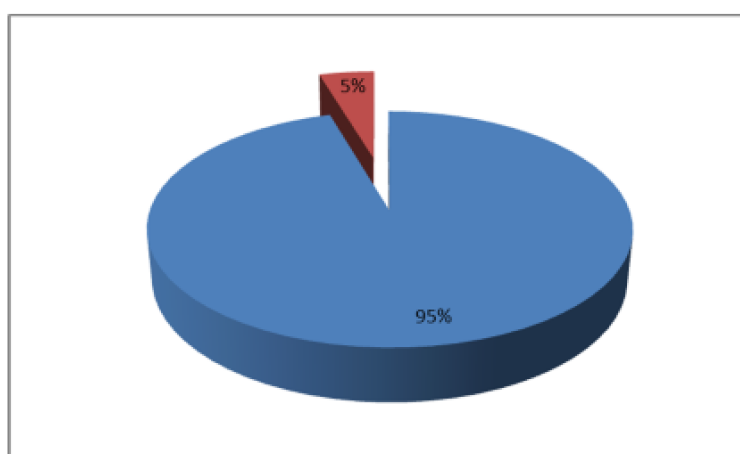
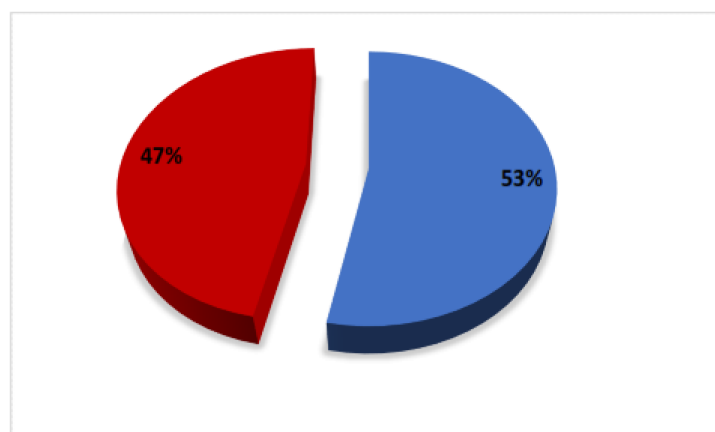


Tableau 6. Nombre de spécimen des espèces du Crétacé en fonction de la température du puits N2

		Nb. de spécimen	Total
Espèces des eaux relativement chaudes	<i>Micula murus</i>	23	415
	<i>Uniplanarius sissinghii</i>	18	
	<i>Uniplanarius trifidus</i>	9	
	<i>Watznaueria barnasea</i>	365	
Espèces des eaux relativement froides	<i>Cribrosphaera ehrenbergii</i>	84	470
	<i>Micula concava</i>	11	
	<i>Micula staurophora</i>	87	
	<i>Prediscosphaera cretacea</i>	114	
	<i>Kamptnerius magnificus</i>	45	
	<i>Ahmuerrella octoradiata</i>	4	
	<i>Gartnerago segmentatum</i>	125	

Fig. 5. Distribution sectorielle des espèces du Tertiaire en fonction de la température du milieu du puits N2

4 DISCUSSION

Les travaux [8] menés dans le bassin de Demerara, (Brésil) témoignent d'un refroidissement accru au Maastrichtien, alors que nos travaux témoignent d'un réchauffement au cours du Maastrichtien.

Selon ces mêmes travaux il a été prouvé que la limite (K/Pg) a connu un réchauffement rapide et global [9] comme le montre dans ce travail la présence des espèces caractérisant une paléotempérature élevée relative à Maastrichtien.

De plus une étude détaillée des nannofossiles calcaires de la section Elles (Tunisie) a été étendue sur la limite K/Pg. Les assemblages de Maastrichtien sont riches et bien conservés. Des impulsions de refroidissement des eaux de surface, probablement liées à l'upwelling épisodique, sont révélées par l'augmentation de l'abondance des taxons d'eau froide principalement *Kamptnerius magnificus*, *Nephrolithus frequens*, *d'Ahmuellerella octoradiata*, *Gartnerago spp.* [10]

Les espèces *Micula murus* à eaux de surface tropicales chaudes [11,12] et *Lucianorhabdus cayeuxii*, *Reinhardtites levis*, *Arkhangelskiella cymbiformis* opère dans les environnements oligotrophes tout comme *Watznaueria barnesiae* pour réchauffer les eaux de surface oligotrophes [14,15,16,17,18,19,20, 21].

Watznaueria barnesiae est considérée comme un bon taxon index pour indiquer une altération des assemblages [14 ,22] Cette espèce est l'un des nannofossiles du Crétacé les plus résistants à la dissolution et à la diagenèse ; par conséquent, les assemblages contenant plus de 40% de ses spécimens sont considérés comme fortement altérés [14]. Outre ces facteurs, il convient également de prendre en compte les hypothèses selon lesquelles *Watznaueria barnesiae* augmente également dans des conditions de faible productivité [23].

L'interprétation des pourcentages de *Watznaueria barnesiae* a également une implication plus complexe lorsque *Micula staurophora* est présente, comme dans les échantillons maastrichtiens [24] En effet, l'on sait que les deux espèces sont résistantes à la dissolution, mais elles sont liées à différents domaines paléolatitudinaux (*W. barnesiae* aux latitudes basses à moyennes et *M. decussata* aux latitudes élevées).

5 CONCLUSION

L'étude biostratigraphique et la paléotempérature des espèces des puits N1 et N2 a révélée qu'au Paléocène les espèces des eaux froides sont largement dominantes par contre au Crétacé ce sont les espèces des eaux chaudes qui sont dominantes.

Toutefois, nous remarquons qu'il y a eu un léger réchauffement au Maastrichtien inférieur suivi d'un refroidissement des eaux au début du Tertiaire (Paléocène).

Comme le montrent cette étude et celles de [8 ,11 ,12] les nannofossiles calcaires mettent en évidence une baisse globale de la valeur nutritive des eaux de surface tropicales à la fin du Maastrichtien.

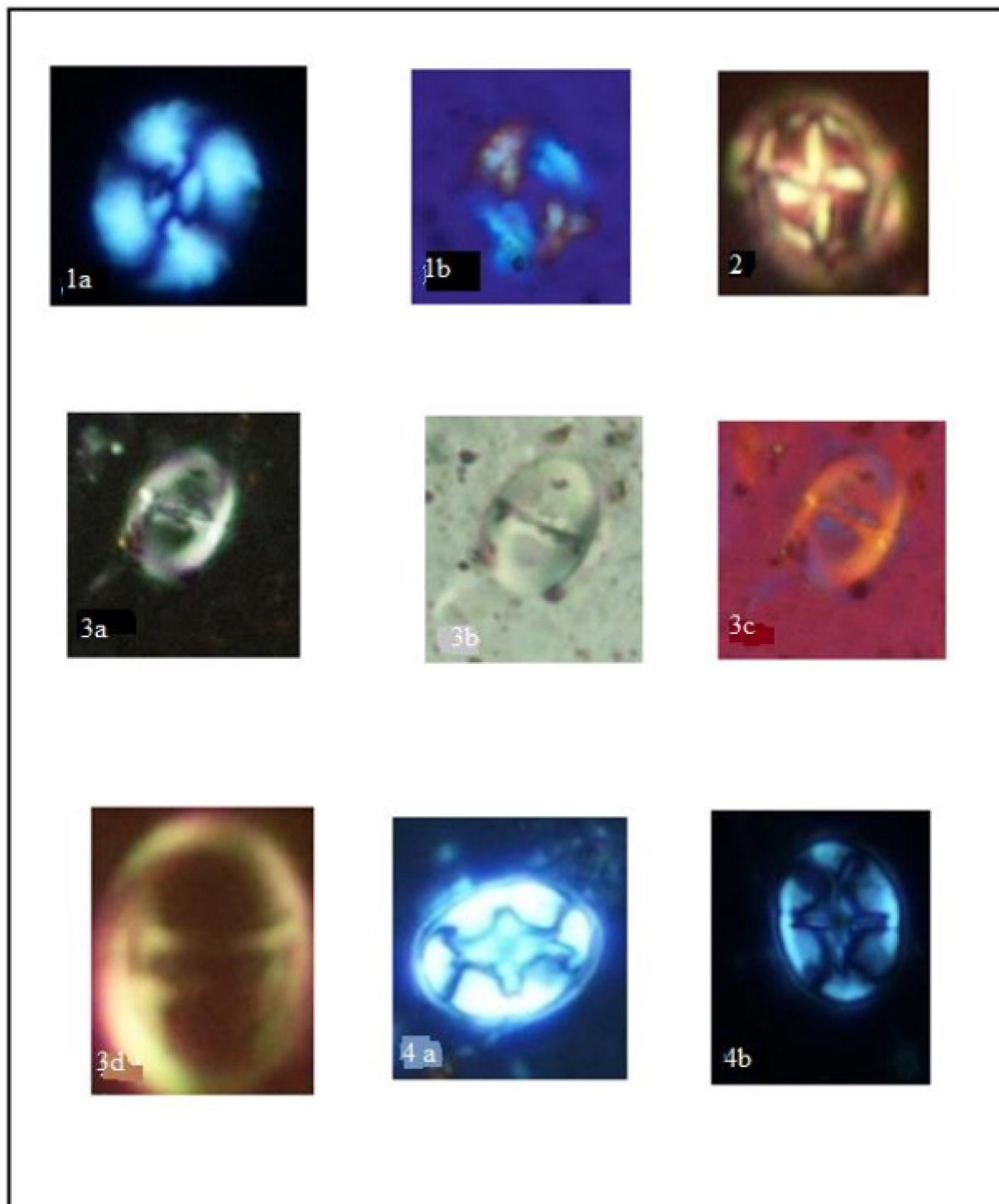
Cependant, dans la présente étude et dans de nombreuses sections à travers le monde (Pospichal 1996 ; Bown 2005 ; Jiang et al.,2010), les fluctuations climatiques et les perturbations environnementales associées au volcanisme du Deccan ont eu un impact relativement faible sur la diversité de la communauté de nannoplancton calcaire antérieurement à l'impact bolide K – Pg B.

REFERENCES

- [1] Bamba M. K., Digbehi B. Z., Sombo B. C., Goua T. E. & N'DA L. V. (2011). Foraminifères planctoniques, biostratigraphie et paleoenvironnement des dépôts albo - turoniens de la Côte d'Ivoire, Afrique de l'Ouest. *Revue de Paleobiologie*, vol 30, pp. 1-11.
- [2] Guédé K. E., Slimani H., Louwye S., Asebriy L., Toufiq A., Ahmamou M. F., El Amrani, El Hassani I. E. & Digbehi Z. B. (2014). Kystes de dinoflagellés à parois organiques de la succession du Crétacé supérieur et du Paléocène inférieur dans le Rif externe occidental, Maroc nouvelle espèce et nouveaux résultats biostratigraphiques. *Geobios*, 47, pp 291-304.
- [3] Zoh D. A. B., Yao N. J-P., Yao M. N., Goha R. B., & Zeli B. D. (2016). Etude sédimentologique et palynologique des aquifères du Tertiaire des régions des lagunes (Abidjan) et du sud Comoé (Nouamou): implication paleoenvironnementale. *International Journal of Innovation and Applied Studies* vol. 17, n° 3, pp. 915_ 926
- [4] Robertson (1998). Biostratigraphie du sondage Ocelot-1, Léopard-1. non publié 28p.
- [5] Sissing W. (1977). Biostratigraphy of cretaceous calcareous nannoplanckton Geologie en Mijnbouw, V, 56 p36-65.
- [6] Perch-Nielsen, K. (1985) . Mesozoic calcareous nannofossils. In Bolli, H.M., Saunders, J.B., PerchNielsen, K. (Eds.), *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press, Cambridge, 329–427
- [7] Martini, E. (1971). Zonation du nannoplancton calcaire standard du Tertiaire et du Quaternaire. A. Farinacci (ed.), *Actes de la Conférence du plancton*, Rome, 1970, 2, 739-85
- [8] Thibault N, Gardin S (2006) Biostratigraphie et paléoécologie de nanfossiles calcaires maastrichtiens dans l'Atlantique équatorial (Demerara Rise, ODP Leg 207 Hole 1258A). *Rev Micropaléontol* 49 : 199-214
- [9] Li L, Keller G (1998). Réchauffement abrupt des profondeurs de la mer à la fin du crétacé. *Géologie* 26 : 995–998
- [10] Thierstein H.R. (1980) Dissolution sélective de nanfossiles calcaires du crétacé tardif et du tertiaire : preuve expérimentale. *Crétacé Res* 1 : 165–176
- [11] Thibault N, Gardin S (2007) . Le récit de nanfossiles de maastrichtien tardif concernant les changements climatiques dans le sud de l'Atlantique Sud, DSDP Hole 525A. *Mar Micropaleontol* 65 : 163–184
- [12] Thibault N, Gardin S (2010). La réponse des nanfossiles calcaires à la fin de la période chaude du Pacifique dans le Pacifique tropical. *Palaeogeogr Palaeoclimatol* 291 : 239
- [13] Erba E, Castradori D, Guasti G, Ripepe M (1992). Calcaire nanfossiles et cycles de Milankovitch l'exemple de l'Albian Formation de Gault Clay (sud de l'Angleterre). *Paleogeogr, Paleoclimato, Paleoecol* 93 (1–2) : 47–69
- [14] Roth, P.H., Krumbach, K.R., (1986). Biogéographie et conservation de nanfossiles calcaires du Crétacé moyen dans les océans Atlantique et Indien; implications pour la paléocéanographie. *Micropaléontologie marine* 10, 235 - 266.
- [15] Williams J. R, Bralower TJ (1995). Assemblages de nanofossiles, fraction fine isotopes stables et la paléocéanographie de la région valanginienne Barremian (Crétacé inférieur) Bassin de la Mer du Nord. *Paléocéanographie* 10 (4) : 815–839
- [16] Watkins D. K, Sage SW Jr, Pospichal JJ, Crux J (1996). Crétacé supérieur biostratigraphie des nanofossiles calcaires et paléocéanographie de l'Océan Austral. Dans : Moguilevsky A, Microfossiles de Whatley R (eds) et environnements océaniques, pp 355–381
- [17] Fisher C.G , Hay w.w. (1999). Nanfossiles calcaires en tant qu'indicateurs de la paléofertilité du Crétacé moyen le long d'un front de mer, U. S. Western Interior. Dans : Barrera E, Johnson CC (eds) *Evolution du système océan-climat du Crétacé*. *Geol Soc Am* 332: 161–180.
- [18] Lees, J.A., 2002. Calcareous nannofossil biogeography illustrates palaeoclimate change in the Late Cretaceous Indian Ocean. *Cretaceous Research* 23,537–634.
- [19] Watkins D.K, Self-Trail J. M (2005). Calcareous nannofossil evidence for the existence of the Gulf Stream during the late Maastrichtian. *Paleoceanography* 20(3) PA3006 (1-9)
- [20] Thibault N, Gardin S (2007). Le récit de nanfossiles de maastrichtien tardif concernant les changements climatiques dans le sud de l'Atlantique Sud, DSDP Hole 525A. *Mar Micropaleontol* 65 : 163–184
- [21] Sheldon E, Ineson J, Bown P (2010). Réchauffement de Maastrichtien tardif dans le royaume boréal : preuves de nanfossiles calcaires du Danemark. *Palaeogeogr Palaeoclimatol* 295: 55–75
- [22] Lamolda, M.A., Gorostidi, A., Paul, C.R.C., (1994) Estimations quantitatives de l'évolution des nanofossiles calcaires à travers le Plenus Marls (dernier Cénomanien), Douvres, Angleterre. Implications pour la génération de l'événement de frontière Cénomanien – Turonien. *Recherche sur les créatures* 14, pp 143 –164
- [23] Erba, E., Whatkins, D., Mutterlose, J., (1995). Campanien nanfossiles calcaires de Wodejebato Guyot. Dans : Haggerty, J. A., Premoli Silva, I., Rack, F., McNutt, M.K. (Eds.), *Actes du programme de forage océanique. Résultats scientifiques*, 144, 141-156
- [24] Gorostidi, A., Lamolda, M.A., (1995). La nanflore calcaire et le transit K/T de la section de Bidart (sud-ouest de la France). *Revue espagnole de Micropaleontologie N° Hommage au Dr. Guillermo Colom*, 153 - 168.

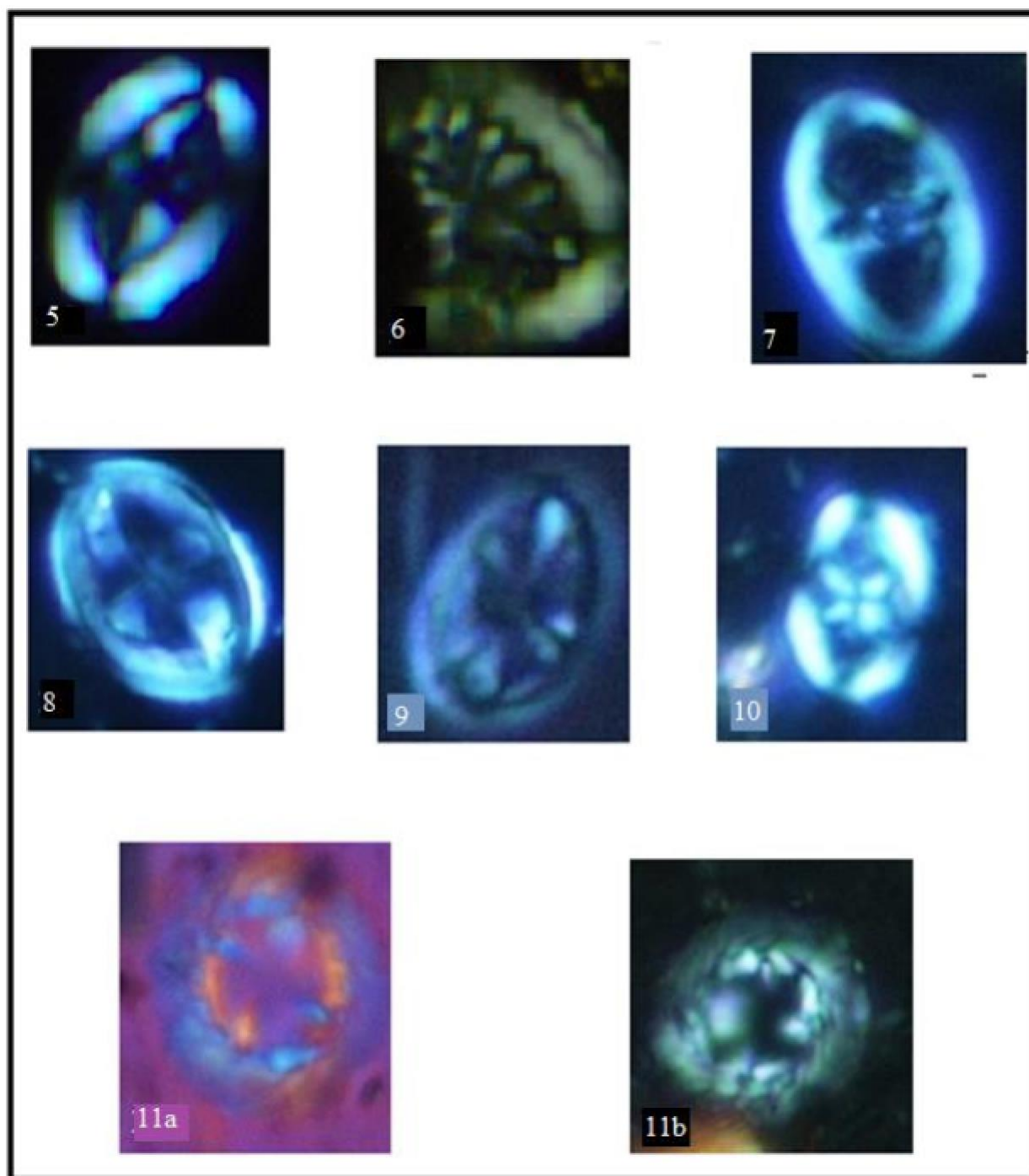
- [25] Pospichal, J.J., Wise, S.W., (1990). Nannofossile calcaire autour de la limite K / T, trou ODP 690C, montée de Maud, mer de Weddell. Actes du programme de forage océanique. Résultats scientifiques 113, 515 - 532.
- [26] Jiang S, TJ Bralower, ME Patzkowsky, Kump LR, JS Schueth (2010). Contrôles géographiques de l'extinction du nannoplancton à travers la limite Crétacé / Paléogène. Nat Geosci 3: 280– 285

ANNEXE I. PLANCHE 1



1 – *Watznauria barnesiae* (a,b)
 2- *Prediscosphaera cretacea*
 3-*Zeugrhabdotus diplogrammus* (a,b,c-d)
 4-Eiffellithus eximus

ANNEXE II. PLANCHE 2



- 5- *Arkhangelskiella cymbiformis*
 6- *Retecapsa surirella*
 7- *Zeugrabbodus noelia*
 8- *Gartenerago segmentatum*
 9- *Ahmurerella octoradiata*
 10- *Helicolithus trabeculatus*
 11- *Prediscosphaera ponticula* (a et b)

The competitive positioning of Moroccan automotive industry: A diagnosis attempt

Nada El Khatir

Laboratory of Research in Strategic Intelligence, Faculty of Juridical, Economic and Social Sciences Mohemmadia, Hassan II
University of Casablanca, 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 contemporary economic history of Morocco shows a strong aspiration to convert towards industry as a growth catalyst. Since it gained its independence, considerable efforts were made by the ambitious governments of the country to embark on this adventurous path. The automotive industry has been part of this vision since the very beginning. This paper suggests to trace back in time the path taken by the kingdom in the development of its automotive activity. The main aim is to evaluate the competitive position of Morocco based on Porter's diamond model which allows the identification of competitive advantages as well as obstacles that still hinder the industry's progress. First, through a methodological approach mainly based on an in depth documentary research and an analysis following a chronological timeline, this contribution provides a historical overview of the Moroccan experience. Then, the diagnosis made using the diamond's parameters offers a clear vision of the present situation and therefore spontaneously suggests reflection about the potential evolution perspectives to be considered. In fact, efforts made by Moroccan authorities to promote the country as an investment destination are undeniable. However, they are still not enough to build strong competitive advantages which cannot be easily imitated by competitors.

KEYWORDS: Porter's diamond, automotive sector, competitive advantage, industry, strategy.

1 INTRODUCTION

The automotive value chain is known to be among the most fragmented ones in the world. Nowadays a vehicle is a combination of inputs produced in different countries throughout the globe, in accordance with optimization strategies of automobile manufacturers. As for other countries of the MENA region, Morocco has been working on getting a role in this new globalized configuration of production. The early 2000s mark the outset of a major economic reform in which the industrial sector has a prominent place, and is intended to become a pillar of development.

The debate over industrialization in Morocco dates back to the early years of independence. The first strategies established by the newly emancipated government were highly ambitious given the sparse economic fabric of the country at the time. The voluntary action of the state through industrial policy aimed initially, to create a core for the Moroccan economy, set up on basic industries around which will be constituted a set of processing industries [1] (Jaidi, 1992). This strategy faced several economic difficulties and political tensions and hence the state abandoned its industrial projects in 1965 in favor of other sectors such as agriculture and tourism. From 1965 to 1972 two five-year strategies followed, with no particular interest for industry except for the change of course in 1968 to focus on downstream industries [2] (L'institut Royal des Etudes Stratégiques, 2014).

Moroccan government renewed its commitment to industry in 1973 through numerous public investments, particularly in the chemical and cement sectors. Acquisitions of shares by state holdings in the manufacturing fields such as textiles and dairy products were also a manifestation of this interest revival. However, the flourishing economic conjuncture behind these decisions (oil shock and the rise in phosphate prices) did not last long, surrendering to an economic slump beginning 1975. Drought and indebtedness caused the delay of economic projects and priority was given to the preservation of budgetary balances.

In 1983, Morocco joined the Structural Adjustment Program following the recommendations of the International Monetary Fund in order to reduce the public deficit, and adopt an effective industrial and trade policy. The choice of opening up to the world at this time was made along with the decision of focusing on sectors in which the country had a competitive advantage. Choosing to have

an open economy has since then confronted Morocco to the necessity of adjusting to the international production standards, especially after joining the General Agreement on Tariffs and Trade (GATT) in 1987.

In the early 2000s, industrialization has become more than ever a priority for the state, which implemented the Emergence plan I and II, establishing the concept of “the world crafts of Morocco” (Métiers Mondiaux du Maroc) which are six industrial sectors targeted by the government for a further development. These sectors were the aeronautic and automotive industries, textiles and leather, agri-food industry, electronics and offshoring. However, the path was strewn with pitfalls and the expected results were not forthcoming. The state then adopted the National Industrial Acceleration Plan in 2014 which established a new industrial business organization.

The aim of this research paper is to analyze the strengths and limitations of the Moroccan automotive sector on the basis of Porter's diamond model, which identifies a country's competitive advantages through very specific parameters. The adopted methodological approach starts with reconstructing the history of the development of the sector in a chronological way allowing us to recognize the importance given to the sector in each of the country's industrial strategies. This contextualization effort which relies on an in-depth documentary analysis is crucial to the understanding of the way some competitive advantages were built up over time. It is at least as important to put the light on aspects that were neglected and still represent obstacles to the sector's development today. We will then present Porter's diamond model mainly based on his book “The competitive advantage of nations”. And finally, we will apply this model to the Moroccan automotive sector by analyzing the four attributes of the diamond in the light of the Moroccan experience.

2 THE MOROCCAN AUTOMOTIVE SECTOR: HISTORICAL OVERVIEW

The automotive industry has interested the Moroccan government long before the recent industrial strategies of the last two decades. It was back in 1959, shortly after its independence, that the kingdom created by Dahir the Moroccan Automobile Construction Company (Société Marocaine de la Construction Automobile, SOMACA). This milestone step was the fruit of the collaboration between the government on the one hand, and Fiat Company and its French subsidiary Simca on the other. Located in the northern Casablanca suburbs, this new structure was involved in the assembly of mechanical parts and bodywork for vehicles produced in Morocco. The capital of SOMACA was distributed as follows: 20% held by Fiat, 20% by Simca, 38% by the Moroccan State, 8% by Renault and 14% by various Moroccan shareholders [3] (Direction des Etudes et des Prévisions Financières, DEPF 2015). The factory occupied an area of 90,000 m² for a production capacity of no more than 30,000 vehicles per year.

If the creation of SOMACA historically marks Morocco's entry into the automotive world, several key stages have punctuated this adventure. Initially, the industry's objective was to limit the brands and models produced in order to build a strong local know-how. Thus, any creation, sale, assembly or transfer of an assembly line had to be subject to an authorization. The brands assembled in the SOMACA factory at this point are FIAT and SIMCA. Moroccan authorities subsequently began authorizing the manufacture of other brands by SOMACA, including Renault, Opel and Austin, as an effort to encourage investment. This is how the first Renault 4 and 16 came out of the Moroccan assembly lines [3] (Direction des Etudes et des Prévisions Financières 2015). This openness to new brands and new models was not without consequences on the local added value, which was starting to be affected.

As a reaction to this situation, the state issued the decree of October 1970 establishing two main measures. First, it temporarily prohibits the import from abroad of parts that are made in Morocco with an acceptable level of competitiveness. Then, it requires 40% of the components of vehicles assembled in Morocco to be produced in the kingdom in order to encourage the establishment of suppliers on the national territory, but also to expand the offer of vehicles on the Moroccan market.

As the goal of local added value turned out to be clearly unachievable, a new law (10.81) was enacted in 1982 to adjust the situation. Known as the Integration-Compensation Law, it was intended to introduce the concept of industrial compensation in the negotiations of major public contracts. The supplier commits, in application of this new approach, to carry out economic activities in the host country. The Moroccan state thus requires car manufacturers to promote exports and create new units of production in the country. The Law 10-81 sets the compensation integration rate at a threshold of 40% for passenger cars and light commercial vehicles, and 50% for heavy vehicles. This rate will then increase to 60% for all assembly lines as of 1994 [4] (www.adala.justice.gov.ma).

The year 1995 was a major turning point in the history of the Moroccan automotive industry since it was the year the Moroccan state signed an agreement with Fiat Company for the production of an “economic car” by SOMACA. The objective was twofold, first to orient Moroccan demand, until then preferring used cars, towards the new car segment by offering the Moroccan citizen an affordable car making him change his consumption habits and his purchasing decisions. A second objective was to increase the production of the industry's inputs by manufacturing a higher volume. This first step was then reinforced by the signature in 1996 of a second agreement between the Moroccan state, Renault and Sopriam, for the manufacture of a light economic utility vehicle with an integration-compensation rate of 100%: 25% of integration and 75% of compensation [3] (Direction des Etudes Economiques et Financières, DEPF, 2015).

The automotive sector was denationalized in 2003 with the takeover of the 38% owned by the Moroccan state by Renault for 95 million Dirhams. In fact, Renault won the tender thanks to its project for a new economic car "Dacia Logan" intended mainly for export [5] (Organisation internationale du Travail, 2019). The company became a majority shareholder in 2005 when it bought parts from Fiat Auto Spa. It then worked on expanding the plant in order to meet future demand from European countries as well as Morocco's Arabic trade partners.

The launch of the economic car was accompanied by a series of fiscal measures, including exemption from the import duty for completely knocked down (CKD) collections, and a reduced value-added tax (VAT) rate of 7%. The initial production volume was set at 30,000 units per year, including 15,000 intended for export [3] (Direction des Etudes Economiques et Financières, DEPF 2015). Dacia Logan was thus exported for the first time to France in 2007 and the success it encountered encouraged Renault to develop a whole range around the same concept. This was the Entry range composed of five models: Logan, Sandero, Duster, Lodgy and Dokker, and whose production volume has grown steadily since its launch (more than 1.1 million in 2015 against 400,000 in 2007).

In 2007, a new agreement was signed between the Moroccan government and Renault-Nissan group to allocate a budget of more than 6.6 billion Dirhams to the creation of a new production site in Tangier with a capacity of 400,000 vehicles. The new plant, considered to be the largest but also the "cleanest" in Africa and the Southern Mediterranean, started producing in 2012 with 90% of the production intended for export. It reached the peak of its production capacity with the assembly of its 400,000th vehicle in 2015.

3 THE EMERGENCE PLAN: THE RIGHT PATH TO INDUSTRIALIZATION?

The first Emergence plan launched in 2005 defines the automotive sector as one of the world's crafts of Morocco intended to reconcile the kingdom with its industrialization process enduring chronic deficiencies. According to the directives of the consulting firm McKinsey, which laid the foundations of this new industrial strategy, the automotive sector had to start implementing tier 1 and 2 suppliers initially, and then work on attracting a manufacturer. The president of the industry college of the Moroccan Association of Industry and Automotive Trade (Association Marocaine de l'Industrie et du Commerce Automobile, AMICA) explained in a 2014 interview that things happened in an opposite way with the establishment of Renault which led to the development of a whole network of suppliers having direct contractual relations with the manufacturer, or exercising in activities such as electronics or mechanics oriented towards the automotive sector [6] (Rouaud, 2014).

Tremendous logistical resources have been invested in this project, especially a terminal dedicated to Renault at Tanger Med port, as well as a rail and highway network. Furthermore, the implementation in a free zone was source of numerous tax advantages, including total exemption from corporate tax for the first five years and the benefit of a rate of 8.75 % during the following twenty years. The Moroccan state has solidly supported the project from a financial point of view with a subsidy of 200 million Euros granted by the Hassan II fund, as well as a financing line of 105 million Euros guaranteed by three Moroccan banks [7] (Benabdejilil et al., 2016).

Appraisal of the Emergence plan: The illusion of an industrial take-off.

As it came to an end, the achievements of the Emergence plan turned out to be more or less meagre. At this point, Morocco still has a long way to go to catch up with emerging economies. In fact, the added value created locally remains relatively low and the sector is hardly integrated. Furthermore, Morocco's exportable offer lacking competitiveness and diversification has made it difficult for the country to take full advantage of its trade openness. As a matter of fact, free trade agreements were signed without much involvement of the private sector in the negotiation process.

This situation affected the performance of some industrial fields in which imported inputs are not the most competitive (Asian products are in fact more interesting than European products benefiting from the exemption from customs duties). The same thing can be said about certain categories of products whose inputs are subject to customs duties while the final version of the imported product is admitted into the Moroccan market free of these duties. Moroccan production using taxable inputs is thus disadvantaged compared to foreign competition, benefiting from cheaper sourcing and exemption from customs duties.

A report of the General Confederation of Moroccan Enterprises (Confédération Générale des Entreprises du Maroc, CGEM) which dates back to March 2014 identifies various obstacles that hinder the industrialization process in Morocco [8] (CGEM, 2014). These are mainly related to the competitiveness of the Moroccan company. A benchmark with countries which had the same gross domestic product (GDP) level as Morocco during the 1970s was thus carried out. These countries are Malaysia, South Korea and Turkey, and a common point in their economic history is the existence of a long-term industrial policy combined with a strong willingness of public authorities to successfully convert the country's development model to one based on industry. A few recommendations have been suggested in the report to overcome the difficulties facing Moroccan economy, and they are mainly about levers to be operated by the government on the one hand and by the private sector on the other.

Regarding the government's role, the report emphasized the importance of having a clear development model while enhancing the efforts already made in identifying and promoting the world crafts of Morocco. Aspects to be developed are mainly related to industrial compensation, which should take on more importance in negotiations for public contracts. Compensation is a highly valued tool in countries that have succeeded in stimulating their industrialization as it provides essential actions to upgrade the local productive fabric. It allows, among other things, skills and technologies transfer and the creation of new production units. The report also states the government's responsibility in optimizing the various costs borne by the Moroccan company through the facilitation of access to land, the improvement of logistics and action on the cost of inputs. Corporate taxation cannot be excluded as an essential tool to improve the competitiveness of Moroccan companies, alongside customs regulations which strongly condition the import / export modalities and play a major role in the fight against under-billing on imports and consequently unfair competition.

As for the private sector, greater involvement upstream of the various public policies is required as well as a new partnership approach for the relationship between large companies and small and medium-sized ones. Investing in training is also a crucial aspect as the "cost advantage" of Moroccan labor, often used to promote the country as an investment destination, is getting obsolete especially within an analysis that takes account of the productivity of this workforce. Moreover, research and development are an essential vector of competitiveness which allows companies to discover new paths to success other than costs optimization. Finally, it is important to realize the power of marketing in promoting a country's offer. Morocco does not use this tool enough to present its products, which affects negatively its domestic market sales and exports.

4 THE NATIONAL INDUSTRIAL ACCELERATION PLAN: A NEW VISION OF INDUSTRY

As the observed results of the Emergence Plan hadn't reached the level of expectations of public authorities, Morocco established a new industrial strategy covering the period 2014-2020 under the name of "The National Industrial Acceleration Plan" (NIAP). This new strategy is based on the concept of "industrial ecosystems" inspired by a business culture of deal making where international firms established in Morocco are considered to be the locomotive of an ecosystem of firms federated around them. Among these firms, there are SMEs that have strong relationships with the hard core of the ecosystem, going beyond mere subcontracting in its passive perception. The approach adopted by the Ministry of Industry as explained on its official website consists of four steps:

1. Structuring actors into ecosystems: this is about organizing the existing actors into ecosystem projects by identifying potential relationships.
2. The development of specific levers: this includes all supporting measures taken to implement the plan in terms of financing, land supply, training, etc.
3. Performance contracts: agreements are signed between the state and ecosystem sectors relating to performance objectives in terms of employment, added value and exports.
4. Operational deployment: the development of an implementation schedule defining the key stages with their objectives, as well as the terms of ecosystem animation and monitoring [9] (www.mcinet.gov.ma).

In consistency with the strategic vision of previous industrial plans, the NIAP places a lot of emphasis on the automotive sector. The start-up of Renault Tangier plant in 2012 was a major turning point in the Moroccan experience. In fact, as part of its cost control strategy, it's more convenient for a manufacturer to ensure the presence of its supply sources at the local level. By the same token, Renault prospected its own suppliers' network to convince them to settle in Morocco. The manufacturer also approached Moroccan companies with national capital in order to make them part of the process and thereby achieve the local integration target concluded with the Moroccan state. Besides, some car manufacturers are not yet considering the establishment option, and prefer to create purchasing offices in low cost countries located near their factories. This is the case of the American Ford, which created a purchasing office in the Tangier Free Zone (TFZ) in order to supply its factory in Spain.

The new configuration of the industrial acceleration plan begins with the identification of four ecosystems which are: interior and seats, metal and stamping, batteries and wiring. This primary framework was later reinforced by the creation of four more ecosystems that are: Heavy vehicles and bodywork, engines and transmissions and the two ecosystems of Renault and PSA (Peugeot Société Anonyme). The intended goals for the Renault ecosystem by 2023 have had an upward revision two years after their setting given the early signs of success. The local sourcing initially meant to reach 1.5 billion Euros per year was revaluated to 2 billion Euros, and the local integration rate set at 50% was revised to 65%. These revisions were presented by the minister of industry during the Renault ecosystem progress report in March 2018.

The PSA plant launched in 2019 in Kenitra following the signing of an agreement between the car manufacturer and the Moroccan state in June 2015. This establishment gave rise to a new ecosystem which attracted 27 suppliers [10] (Direction des Etudes Economiques et Financières, 2020). The local integration rate of the ecosystem is set at 60%, which corresponds to one billion Euros of local sourcing. Morocco's production capacity is thus increased to 700,000 vehicles per year by 2023 divided between Renault

Tangier, SOMACA and PSA with a respective contribution of 340,000, 160,000 and 200,000 units. In December 2017, a memorandum of understanding was signed with the Chinese electric vehicle specialist BYD for the construction of three factories in Morocco.

5 PORTER'S DIAMOND APPLIED TO THE MOROCCAN AUTOMOTIVE INDUSTRY

Currently in Morocco, a headline topic of great concern to the political and economic sphere is the new development model. A special commission was established by the country's highest authorities to collect various contributions that could enrich the debate on the subject. In fact, as the current development model came to maturity, it has become a high priority to reflect on a new one that would make the country progress further. This willingness of growth and development cannot be dissociated from the problematic of a successful industrial "take-off" based on the development of strong competitive advantages enabling Morocco to become a real emerging economy.

Porter's interest for the competitive advantage of nations dates back to 1990. He thus conducted a study on the competitiveness models of ten leading nations in international trade, and published the results in his article "The competitive advantage of nations" considered today as a scientific contribution which undeniably marked public strategies. Porter explains in his article that a nation's prosperity is created and not inherited. It is not due to its natural resources, its labor market, its currency's value or its interest rates as commonly argued in classical economic theory. A nation's competitiveness depends on its ability to innovate and keep pace with technological advances [11] (Porter, 1990). It is by playing in the big leagues that firms excel themselves and boost their performance. The pressure of an exacting demand, fierce competition and aggressive suppliers are all factors which force the firm to fight for survival.

Why are some firms capable of continuous innovation? Why do they manage to overcome resistance to change that often comes with success? To answer these questions, Porter designed what is known today as Porter's Diamond. It is in fact a model of four attributes which, taken individually or as a system, constitute the diamond of a nation's competitive advantage. These attributes are as follows:

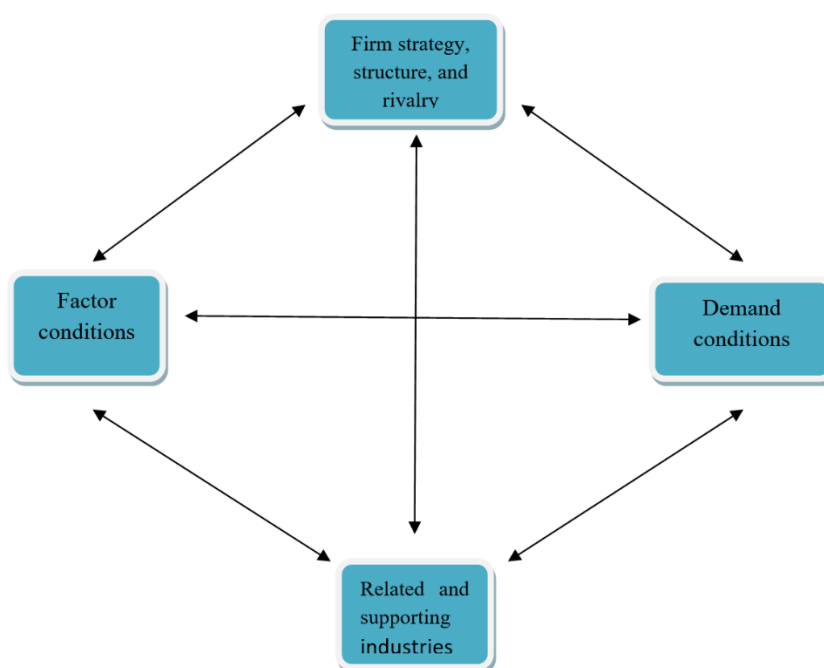


Fig. 1. Porter's Diamond of national competitive advantage

Source: Porter, 1990.

5.1 FACTOR CONDITIONS

In classical economics, factors of production (labor, capital, cultivable land, natural resources, infrastructure, etc) are decisive in a country's trade flows. A nation will thus export goods which require factors of production abundantly available. This assumption is

mainly inspired of the work of Adam Smith and David Ricardo, and is therefore rooted in the conventional economic thinking. However, it is described as incomplete and even erroneous by Porter. The author distinguishes two categories of factors of production; primary factors that do not require investment or only a minimal one, such as low-skilled labor force, natural resource endowments or even climate. The second category is that of so-called "advanced" factors which, unlike the first category, require significant investments, including in human capital. This could be specific infrastructures in a particular sector, scientific research centers or any highly specialized investment [11] (Porter, 1990).

A second classification of production factors divides them into general and specialized factors. General factors can be used by several industries such as a certain category of university graduates, a motorway network, etc. Specialized factors are, as their name suggests, specific to one or a few industries such as research organizations. It goes without saying that a nation's strong and sustainable competitive advantage stems from advanced and specialized factors, and that an advantage based on general and / or primary factors will tend to disappear as it is not difficult to imitate it [12] (Leymarie and Tripier, 1992).

In today's world, sophisticated industries are the mainstay of a developed economy. Such economies do not just passively use the factors of production available to all. They create instead their own production factors including highly qualified human capital and up-to date scientific research centers. Porter (1990) [11] explains that the stock of production factors that a nation has at its disposal in a precise moment matters less than the way it makes use of these factors to improve its industries in terms of performance and efficiency. In other words, a nation succeeds in industries where it is able to create factors of production. The competitive advantage comes from creating such factors first and improving and refining them later.

Regarding the Moroccan automotive ecosystem, the first primary factor is clearly Morocco's geographical position a few kilometers away from Europe, with ports providing connections with twenty-one cities of this continent. Furthermore, Morocco is considered to be a gateway to Africa. This advantage, offered randomly by nature, has been decisive for car manufacturers who have decided to locate their activity in Morocco, but also for those who have made it a supply center for their factories located in Europe. Moreover, Morocco's geographical position makes it particularly interesting for the industry's actors as a key to the African market, which holds a significant growth potential in the medium and long term.

The second primary factor is the low-skilled workforce. In fact, if it is true today that Moroccan labor costs much less than that of Central Europe or emerging countries like Turkey (half the cost of Turkish workforce), this does not make it more attractive, because it is actually less productive. It can even be more expensive for equivalent production [8] (Confédération Générale des Entreprises du Maroc, 2014). Morocco is promoted to car manufacturers as a low cost destination, especially in terms of human capital. This marketing approach based on cost control, known to be highly important for manufacturers, has been effective so far. However, by and large it does not really serve the host country to keep passively exploiting this "asset" to the detriment of a real investment in human capital, making it possible to provide the national industry with highly qualified profiles capable of innovating and transferring knowledge from foreign companies to local firms, with the perspective of building a strong and self-sufficient national industry.

As for the advanced factors, Morocco has made notable progress in terms of infrastructure in recent years. Industrial land supply has evolved thanks to rental industrial parks reaching 1000 hectares and integrated industrial platforms (P2I), some of which have the status of free zones with all the tax, customs and administrative advantages that it implies. The automotive sector benefits from two export free zones: Tanger Free Zone in Tanger and Atlantic Free Zone in Kenitra [9] (www.mcinet.gov.ma). Government actions under this heading often follow a logic of "availability". However, the investor generally has to deal with the complexity of the system counting several actors with different managing rules making the overall functioning cumbersome.

Besides, Morocco ranked 81st in the world in terms of land registration [13] (La Banque Mondiale, 2019). The country lacks transparency on the conditions of land access, which is a fundamental element of the investment decision. Measures taken by the state regarding land access do not sufficiently benefit Moroccan companies with national capital for whom this essential component of their "cost competitiveness" remains out of reach. This is all the more problematic in an ecosystemic industrial organization which supposes proximity between actors and aims to integrate even more the local industrial fabric. Moroccan exporting companies are also at a disadvantage when they are located outside the free export zones since they do not benefit from the advantages that these offer, which limits their involvement in industrial investments.

The ranking in 2018 by the World Bank of Morocco at the 109th position out of 160 countries for the logistics performance index [14] (La Banque Mondiale, 2018) is also revealing, as it reflects the deterioration of services' quality (96th place in 2016), jeopardizing the country's position on the international trade scene. This index consists, among other things, of the quality of customs service and the cost of international shipments. Morocco's ranking exposed it to severe criticism, mainly relating to the slowness of import and export operations, despite the efforts made to dematerialize procedures and reduce customs clearance times.

Morocco's connectivity has made a qualitative leap in the 2018 ranking of the United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). Thanks to the launch of Tanger Med transshipment hub, the country was ranked first across the African continent [15] (UNCTAD, 2018). This position hasn't been consolidated in 2019, as Morocco retreated in front of Egypt to occupy the

second position in Africa [16] (UNCTAD, 2019). The Maritime Connectivity Index informs on the degree to which a country is connected to the international maritime transport network and therefore its involvement in the world trade. Although 98% of Moroccan foreign trade is carried out by sea [17] (www.equiemment.gov.ma), the maritime supply of the country does not follow the development of port logistics, due to the minimal number of vessels flying the Moroccan flag.

Another advanced factor developed by Morocco is training. In the automotive sector, four training institutes for automotive professions (IFMIA) have been created in the cities of Casablanca, Kenitra and Tangier as part of a proactive government policy willing to provide the industry with qualified profiles. This vocational training model is designed as part of a public-private partnership where funding is public and management is private, in order to best meet the specific needs of the sector. This formula ensures access to the practical aspects of the business especially, the contact with production chains. A training aid of 6,000 Euros per employee is also envisaged. Agreements have been signed between the Moroccan state, the Office for Vocational Training and Work Promotion (OFPPT) and car manufacturers (Renault and PSA) in order to prepare training formulas adapted to the industry's requirements. A technical center for vehicle equipment industries (CETIEV) was also created in 2005 with several areas of intervention including training.

The training efforts deployed to support the development of the automotive sector are undeniably remarkable. However, what is the proportion of highly qualified profiles in the field compared to that of low-skilled workers? Can a country aspire to an industrial take-off with an overall mediocre education system? Can local integration take place with poorly trained SME managers? These pressing questions call for answers and above all for real awareness. A survey published by the International Labor Organization (ILO) shows that the estimated share of "highly skilled" profiles does not exceed 7% [5] (Organisation Internationale de Travail, 2019) and that of medium-skilled workers is around 32%. The major proportion is therefore covered by low-skilled workforce, which represents 60.4%. In France, in 2016, the automotive industry counted 10.9% of highly qualified employees and 78.4% of workers with average qualifications [18] (<https://www.services-automobile.fr>). The latter category thus represents the overwhelming share in the structure of employment in the sector.

It seems therefore necessary to bring a serious reflection on the quality of the Moroccan education system and on its capacity to create profiles matching the country's needs. The 2019 ranking of the Program for International Student Assessment (PISA) held by the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), places Morocco at the 75th position out of 79 countries [19] (OECD, 2019). A scarcely gratifying score for a country with great ambitions. Reforming the Moroccan training system to make it an effective support for the development model will necessarily imply the involvement of companies in academic training and the organization of training courses for SMEs managers, ensuring them the necessary upgrading for their integration into the value chain taking shape in the country.

5.2 DEMAND CONDITIONS

In Porter's model, demand refers to local demand. Contrary to what one might think, the globalization of competition has had little impact on the importance of local demand. In fact, the characteristics and composition of the local market impact the way national firms perceive interpret and respond to consumer needs. Countries gain a competitive advantage in industries where local demand allows firms to have a clear and early view of consumer needs, and where buyers put pressure on firms to continuously innovate and improve their competitive advantage.

In fact, the more demanding and subtle buyers are, the more firms are obliged to anticipate their needs, and to create products with advanced standards to meet them. This perpetual quest for improvement sharpens the competitive advantage of firms. It is thus possible to say that as with factors of production, demand conditions are a source of competitive advantage when they challenge firms to innovate. Special requirements may arise from the environment and local values of a country. In Japan, for example, people live in small houses, the summers are hot and electric power is expensive. To adapt to these living conditions, Japanese firms have innovated in air conditioning. Other Japanese industries have also had to create small and light products appropriate to the population's needs and that are required today on a global scale [11] (Porter, 1990).

From a slightly different perspective than Porter's, the Moroccan automotive industry is mainly confronted with foreign demand since 90% of production is intended for export, 80% of which for Europe [10] (Direction des Etudes et des Prévisions Financières, 2020). That being said, it has become mandatory to meet the strict normative requirements of destination countries, and to bring good quality products to the market. This market expansion, owed to free trade agreements signed by Morocco, forces it to remain attentive to the evolution of customers' needs and preferences like digitization and electrification trends. In a developed country, this market awareness will allow actors on the national market to set up a strategy to meet the new customers' needs. However, in an emerging country like Morocco, which concentrates its efforts on attracting foreign investors, practicing market awareness is synonym of attracting new foreign specialists to the Moroccan soil to follow market trends, and the more it is a high value-added activity, the more difficult marketing the "Morocco" destination becomes.

Furthermore, Morocco's orientation towards foreign markets, within the global organization of production, exposes the country as part of the global value chain, to changes in economic circumstances of its partners. The economic situation of a country does not only concern it, as it actually impacts most of its partners as proved by crisis situations. The Covid-19 crisis for instance has severely tested the automotive sector worldwide due to the fragmentation of the value chain.

5.3 RELATED AND SUPPORTING INDUSTRIES

The third determinant of national competitive advantage is the presence in the country of internationally competitive related industries. In fact, internationally competitive domestic suppliers bring advantages to downstream industries. First, they provide the most profitable inputs quickly and efficiently. Porter (1990) [11] explains that if Italian jewelry firms are world leaders, it is partly because other Italian firms supply most of the jewelry making and precious metal recycling machinery globally. Besides the ease of access to machines, related industries impact firms in innovation and modernization through close working relationships. When a firm and its supplier are based close to each other, they benefit from effective communication, rapid and continuous information flows, and an effective exchange of innovative ideas. The firm can even help evolve the supplier's research and development work by serving as an evaluation and testing site for it.

As the Moroccan automotive sector is organized into ecosystems, this concept of related industries is already part of its functioning. In fact, a business ecosystem is above all a new conception of the company as part of a whole. According to Moore (1993) [20], in a business ecosystem, firms work in cooperation and competition to create new products, meet costumers' needs and innovate. Actually, to approach the matter of related industries in the Moroccan automotive sector, it is important to start by understanding the functioning of the supply chain, organized around manufacturers (Renault and PSA), equipment manufacturers and suppliers of different ranks. Original equipment manufacturers (OEMs) are in direct contact with manufacturers. Tier 1 suppliers supply OEMs and Tier 2 suppliers do the same with those of Tier 1, etc. The more we go up in the supply chain the more products are elaborated.

In the Moroccan automotive sector, related industries are mainly suppliers of automotive interior and seats, bodywork, batteries, wiring, power train, etc. This automatically brings up the issue of local integration. It should first be noted that local sourcing corresponds to sourcing from companies based in Morocco whether they are nationally owned or not. Therefore, a local integration rate tells very little about the involvement of Moroccan companies with national capital in the sector's value chain. Furthermore, local sourcing in the automotive industry is still far from what is reached in other emerging countries (56% in Morocco against 81% in Indonesia according to the latest study by the Department of Studies and Financial Forecasts dating from January 2020), and this inevitably impacts the competitiveness of the entire ecosystem which still imports inputs and hence has to deal with transport, labor and logistic costs as well as the risks of fluctuation monetary policy [13] (La Banque Mondiale, 2019). The credibility of the formula for calculating the local integration rate is also questionable given that it excludes (at least for Renault) the engines that the manufacturer obtains in Spain [21] (Sidiguitiebe, 2016). Since the engine is the central organ of the vehicle, it goes without saying that a formula that excludes it is controversial as it skews reality.

Regarding the involvement of Moroccan companies with a national capital in the automotive value chain, it remains quite fragile. Few companies have managed to join the established ecosystems, which could be explained on the one hand by their production standards that do not meet the required ones and on the other hand by the lack of supportive measures and funding. In fact, the Moroccan automotive industry could gain a lot from developing a network of tier 2 and 3 suppliers whose activity is labor intensive, in order to provide first tier suppliers and therefore manufacturers, with competitive products that can replace Asian inputs, with an advantage of just-in-time supply.

5.4 FIRM STRATEGY, STRUCTURE AND RIVALRY

The existence of national rivals is a motivation for creating and maintaining competitive advantage. In classical theory, local competition is considered to be a source of "waste", as it is about doubling efforts and therefore hinders the achievement of economies of scale [11] (Porter, 1990). Accordingly, the solution would be to have a few "champion firms" supported by the government and able to face foreign competition. However, most of the national champions created this way are not competitive despite government support and protection.

In fact, local competition puts pressure on firms to innovate and modernize. Competitors force themselves to cut costs, improve production quality and innovate both in products and processes. On the other hand, international competition tends to be distant compared to local competition which goes beyond the purely economic aspect to acquire a "personal" character. National rivals engage in real battles not only for market share, but also for technical distinction and national reputation. The success of a national firm proves to others that anything is possible and attracts new rivals to the industry. Firms tend to ascribe the success of their foreign competitors to "unfair" advantages. But with local competitors, this excuse is banned [11] (Porter, 1990).

In Morocco, the competitive culture is not very developed. The World Bank places the country at the bottom of the ranking compared to its regional counterparts, in terms of competitive policies [13] (La Banque Mondiale, 2019). As a matter of fact, government interventions often tend to distort competition, in particular by favoring a business field over others. This bias is all the more present in the automotive ecosystem which illustrates the effort deployed by the Moroccan government to attract foreign investors thanks to a meticulously designed incentive framework, but also its neglect of the national company and its integration in this new industrial landscape.

In an ecosystemic industrial configuration, it seems more judicious to approach competition from another angle: that of competition between ecosystems. This perspective of analysis makes it possible to stand back from the competition between individual firms and study things at a more centralized level. In Morocco, with the two automotive ecosystems Renault and PSA, local competition as developed by Porter remains limited. It is by expanding the geographic scope taken into account that the concept of competition takes on its full meaning. In fact, Moroccan automotive ecosystems are competing with those of Eastern Europe, Turkey, Mexico or even South Africa considered as bitter rivals, offering major advantages to manufacturers and for some, a historical know-how in the field.

Morocco will also be affected by the future challenges of the sector as a whole. The environmental constraint for example puts pressure on the conventional industry and causes new segments to emerge (the hybrid and electric field). Morocco has already signed a partnership in this sense with the Chinese BYD. Moreover, the industry is facing the emergence of new mobility solutions such as carpooling or car-sharing which are starting to find success among users and could therefore impact the performance of manufacturers in terms of sales.

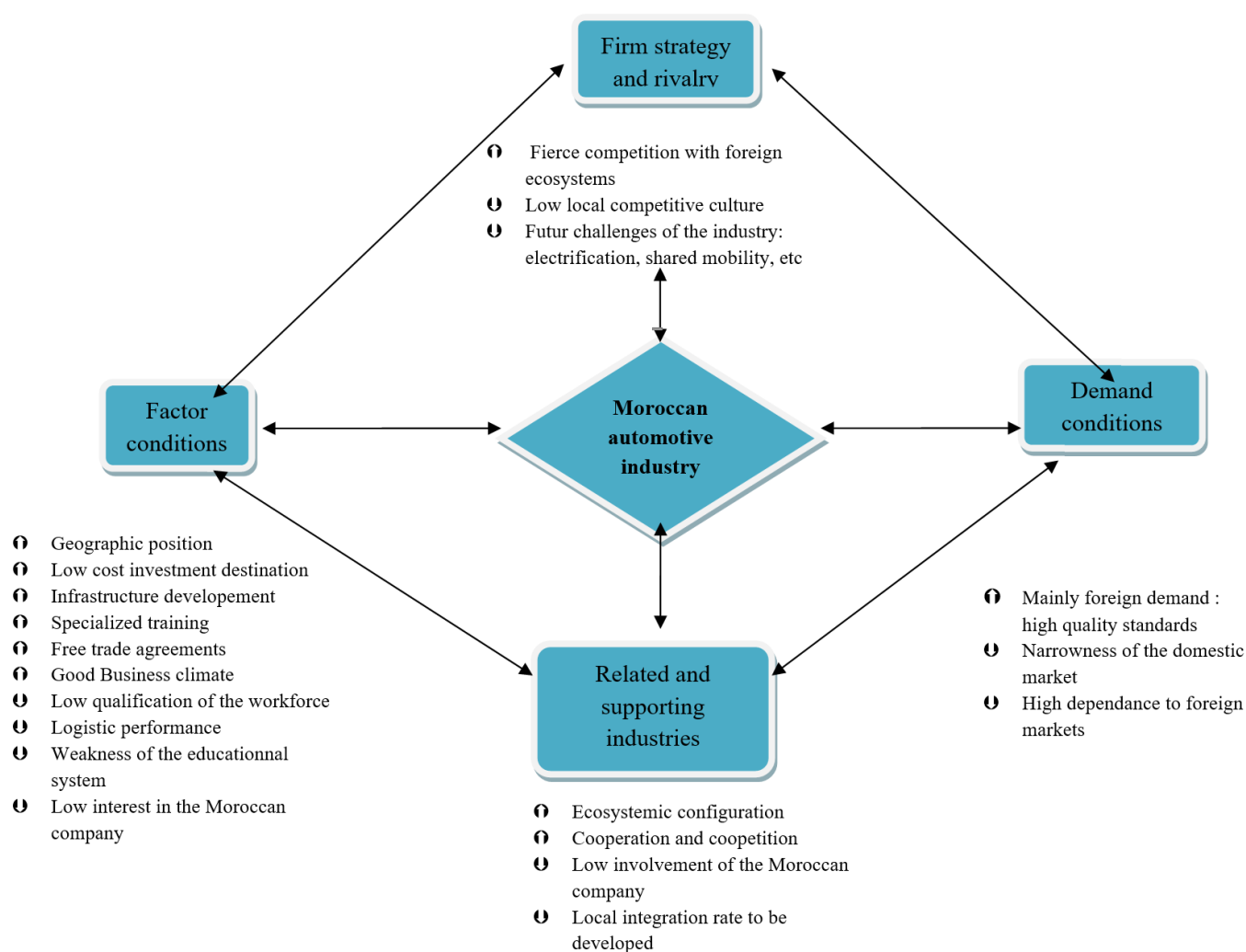


Fig. 2. Porter's Diamond applied to Moroccan automotive industry

Source: Author's elaboration.

6 CONCLUSION

The efforts deployed by Morocco to integrate the global value chain and join the club of emerging countries are the same conducted by many other countries in the region. The industrialization model put in place by Moroccan authorities has certainly highlighted the country's key strengths, in particular its geographical position and its low labor cost. However, it has not given enough importance to certain aspects which constitute sine qua non conditions for the development of a solid industry, such as the education system and its interaction with industry. Analysis of the Moroccan automotive sector in the light of Porter's model makes it possible to realize the great advances made in terms of infrastructure and business climate. Nevertheless, it is obvious that the country is struggling moving up the value chain and integrating the local economic fabric. Becoming an emerging country requires reconversion of the Moroccan competitive advantage to innovation and technological learning. It has become crucial to make the Moroccan company benefit from knowledge transfer that will reduce the country's technological dependence, by mobilizing tools like industrial compensation which is still poorly exploited. The spillover effects, which in theory should affect different economic sectors, cannot exist if the country continues to promote itself as a low-cost destination where investors transfer activities with lower added value.

REFERENCES

- [1] Jaidi, L. (1992). L'industrialisation de l'économie marocaine: acquis réels et modalités d'une remise en cause. In Santucci, J. (Ed.). *Le Maroc actuel: Une modernisation au miroir de la tradition ?* (pp. 91-117). Aix-en-Provence: Institut de recherches et d'études sur les mondes arabes et musulmans.
- [2] L'Institut Royal d'Etudes Stratégiques (2014). *Industrialisation et compétitivité au Maroc*.
- [3] Direction des Etudes et des Prévisions Financières (2015). *Le secteur automobile au Maroc: Vers un meilleur positionnement dans la chaîne de valeur mondiale*.
- [4] Website of the Justice Ministry (www.adala.justice.gov.ma).
- [5] Organisation Internationale du Travail (2019). *Etude sur le commerce et les chaînes de valeur dans les activités porteuses d'emploi (TRAVERA): Cas du secteur automobile au Maroc*.
- [6] Rouaud, P. (2014). « Un défi: développer le sourcing automobile du Maroc vers l'Europe », selon Tejedine Bennis. *L'Usine Nouvelle*. Retrieved from <https://www.usinenouvelle.com/article/un-defi-developper-le-sourcing-automobile-du-maroc-vers-l-europe-selon-tajeddine-bennis.N289762>.
- [7] BENABDEJLIL Nadia, LUNG Yannick & PIVETEAU Alain (2016). *L'émergence d'un pôle automobile à Tanger (Maroc)*, Cahiers du GREThA, n°2016-04.
- [8] Confédération Générale des Entreprises du Maroc (2014). *Etude sur les leviers de la compétitivité des entreprises marocaines*.
- [9] Website of the Ministry of Industry, Trade, and Digital Economy (www.mcinet.gov.ma).
- [10] Direction des Etudes et des Prévisions Financières (2020). *L'industrie automobile au Maroc: Vers de nouveaux gisements de croissance*.
- [11] Porter, M. (1990). *The competitive advantage of nations*. New York: Free Press.
- [12] Leymarie, S., Tripier, J. (1992). *Maroc le prochain dragon: de nouvelles idées de développement*. Editions EDDIF.
- [13] La Banque Mondiale (2019). *Créer des marches au Maroc. Une deuxième génération de réformes: Stimuler la croissance du secteur privé, la création d'emploi et l'amélioration des compétences. Diagnostic du secteur privé*.
- [14] La Banque Mondiale (2018). *Connecting to compete 2018: trade logistics in the global economy - the logistics performance index and its indicators* (English). Washington La Banque Mondiale (2019). *Rapport Doing Business 2020*.
- [15] Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement (2018). *Etude sur les transports maritimes*.
- [16] Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement (2019). *Etude sur les transports maritimes*.
- [17] Website of the Ministry of Equipment, Transportation, Logistics and Water (www.equipement.gov.ma).
- [18] <https://www.services-automobile.fr>.
- [19] Organisation de Coopération et de Développement Economiques (2019). *Résultats du Pisa 2018. Résumés. Volumes I, II & III*.
- [20] Moore J.-F. (1993), "Predators and prey: a new ecology of competition", *Harvard Business Review*, Vol. 71, n° 3, pp. 75-86.
- [21] Sidigitiebe, C. (2016, 25 Avril). Marc Nassif, DG de Renault: «10% de la production mondiale du groupe est produite au Maroc». *Telquel*. Retrieved from https://telquel.ma/2016/04/25/marc-nassif-desormais-10-production-mondiale-renault-produite-au-maroc_1493985.

Système de gestion cartographique des maladies infectieuses suivant le paradigme « diviser pour mieux régner » : Cas du Covid-19 au Cameroun

[Cartographic management system of infectious diseases following the paradigm « divide for better rule » : Case of Covid-19 in Cameroon]

Namekong Dagha Sinclair, Wadoufey Abbel, Mohamadou Yakouda, and Fotso Clarice

Institut National de Cartographie, PO Box 157 Yaoundé, 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: The rapid spread of the COVID19 virus surprised most of the world's public health specialists and pushed various countries to adopt palliative measures. These measures ranged from total containment, to the elimination of physical contact between people and the use of ICTs to follow up infected cases. Many IT solutions have been developed everywhere else, if they have been able to provide answers in the countries where they have unfortunately been implemented for Cameroon, they do not seem suitable. Faced with this situation, our article proposes a cartographic management system to respond in the future to different types of infectious diseases, it is therefore based on the "divide and conquer" paradigm and the concepts of cartography to guarantee effective management of disease. A system that takes into account the specifics of Cameroon's response to Covid-19. This system is built in an environment integrating the use of mobile techniques, in particular Bluetooth technologies and mobile geographic information systems, in order to allow the monitoring of patients and the traceability of the evolution of the disease; this platform also offers a framework for consultation between patients and medical specialists for the sharing of experience in order to limit the spread of the virus present.

KEYWORDS: Covid-19, Bluetooth, GIS, mobile, ICT, cartographic.

RESUME: La fulgurance de la propagation de la COVID19 virus a surpris la plupart des spécialistes mondiaux de santé publique et poussée différents pays à adopter des mesures palliatives. Ces mesures allaient du confinement total, à la suppression des contacts physiques entre personnes en passant par l'utilisation des TIC pour le suivi des cas infectés. De nombreuses solutions informatiques ont été développées partout ailleurs, si elles ont pu apporter des réponses dans les pays où elles ont été mises en œuvre malheureusement pour le Cameroun, elles ne semblent pas adaptées. Face à cette situation notre article propose un système de gestion cartographique pour répondre à l'avenir à différents types de maladies infectieuses, elle repose pour ce fait sur le paradigme « diviser pour mieux régner » et les concepts de cartographie pour garantir une gestion efficace de la maladie. Un système qui tient compte des spécificités de la réponse du Cameroun face au Covid-19. Ce système est bâti dans un environnement intégrant l'utilisation des techniques mobiles plus particulièrement des technologies Bluetooth et les systèmes d'information géographique mobile, afin de permettre le suivi des malades et la traçabilité de l'évolution de la maladie; cette plateforme propose également un cadre de concertation entre malades et spécialistes de la médecine pour un partage d'expérience dans le but de limiter la propagation du virus en présence.

MOTS-CLEFS: Covid-19, Bluetooth, SIG, mobile, TIC, Cartographie.

1 INTRODUCTION

Le 17 novembre 2019, apparaît dans la ville chinoise de Wuhan, le premier cas de covid-19, le monde est loin de se douter de l'ampleur que prendra ce nouveau virus. En effet, lorsque le 25 février 2020, le nombre de nouveaux cas déclarés quotidiennement hors de Chine fut plus élevé que dans ce pays, L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) déclarera ce qui au départ était une épidémie chinoise en pandémie mondiale le 11 mars 2020. L'OMS édicta un certain nombre de mesure pour stopper la pandémie à savoir: renforcer l'hygiène préventive

Devant ces mesures de l'OMS certains pays, ont élargies ces mesures en procédant pour certain au confinement total (Chine, Inde, etc...), pour d'autres au non confinement en misant sur une immunité collective (Suède, Finlande, etc...) et certains ont couplé ces mesures avec des outils TIC pour le suivi des malades, leur géolocalisation et l'identification des lieux parcourus par ceux-ci (Corée du Sud, etc...).

Au Cameroun, le gouvernement a prescrit treize mesures pour stopper la pandémie le 17 mars 2020 [7]; Face au résultat mitigé de ces mesures, le 13 avril 2020 le gouvernement préconise sept autres mesures pour tenter cette fois encore de freiner de façon considérable la maladie [7].

Des mesures prises par le gouvernement, il n'existe aucun moyen de tracer les cas asymptomatiques ainsi que la localisation de leurs lieux de fréquentation qui pourraient être de lieux probables de contamination, l'hyper centralisation de la gestion complique d'avantage la gestion des divers opérations, l'inexistence d'un outil pour assurer une gestion efficace de crise de ce type à l'avenir.

Notre démarche s'articule autour d'un certain nombre de points. Le premier consistera à collecter les informations auprès du personnel du ministère de la santé du Cameroun en charge des question d'épidémie (COVID19 et Choléra) et des systèmes développés par des états à travers le monde; d'analyser ces informations, d'en ressortir un cahier de charge adapté au contexte Africain en général et Camerounais en particulier axé sur le paradigme « diviser pour mieux régner » dans le but de décentraliser autant que possible la gestion de la maladie en présence. Ce document décrit un système qui offre en plus une plateforme qui permet de suivre les cas infectés, de collecter des paramètres au quotidien, identifier les personnes qui ont été en contact avec les cas suspects et cartographier les zones à risque élevé et offrir aux malades et spécialistes un cadre de concertation commun dans l'anonymat, pour un partage d'expériences et un réconfort mutuel.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

La mise en œuvre de ce système a nécessité des compétences en webmapping et sur les technologies mobiles et réseaux tel que le VPN pour l'interconnexion des différentes zones de déploiement (diviser) aux différentes centrales de gestion (régner). Elle s'est faite suivant le model en cascade sur 4 phases: l'analyse de l'existant et des besoins, l'élaboration du cahier de charge fonctionnelles, la conception, l'implémentation et les tests dans le cas de divers infections

2.1 ANALYSE DE L'EXISTANT ET DES BESOINS

Cette opération s'est effectuée en collaboration avec le personnel du MINSANTE du Cameroun. Elle a consisté dans un premier temps à réaliser au moyen de questionnaire et d'interviews auprès du personnel en charge de la gestion de la pandémie de covid19 et du choléra, une collecte d'information afin de comprendre les mécanismes mise en œuvre pour lutter contre ces maladies infectieuses, et ainsi recueillir les besoins pour notre système de gestion. Les informations collectées lors de cette collecte ont été analysées pour une intégration dans notre système.

Cette analyse a été faite au-delà des frontières du Cameroun, au travers des solutions de gestion qu'ont proposé des états en réponse à la pandémie à **corona virus**.

2.2 CAHIER DE CHARGES FONCTIONNELLES

L'élaboration de ce document a été une traduction des besoins recueillis tant sur les mécanismes de luttés contre les maladies infectieuses au Cameroun que sur les techniques déployées par des états pour faire face au covid19 et a d'autre pathologies. Il met en évidence quelques difficultés très souvent rencontrée dans la gestion et le suivi des effets des maladies infectieuses:

- Les « fakes news » autour de la maladie
- La non disponibilité des tests à temps;
- La non disponibilité des vaccins pour tous;
- L'identification des personnes qui ont été en contact avec un individu déclaré positif;
- La peur pour certain individus d'être testé ou vacciné;
- Le tracking et suivi à distance des personnes jugées suspectes ou infecté;
- Informer le grand public sur les zones à risque élevés;
- Cartographier la situation sanitaire générale du pays par zone d'étude;

2.3 ANALYSE ET CONCEPTION

En plus des d'informations recueillis auprès des organes du Ministère de la santé du Cameroun en charge des pandémies, Cette phase a nécessité un tour d'horizon internationale, question d'en tirer le meilleur, afin de le contextualisé pour garantir efficacité et adéquation, pour faire face aux épidémies de divers ordre. A cet effet, nous avons ci-dessous, quelques-unes des fonctionnalités far.

- **TEST-AUTO:** De mettre à la disposition du publique un Test d'auto diagnostique pour que les uns et les autres soient informés le plus rapidement possible sur leurs situations sanitaire provisoire au moyens d'un questionnaire rempli par l'utilisateur et valider suivant les protocoles préconfigurés par les administrateurs, de bénéficier ainsi, d'un suivi en temps réel et des prises de décisions suivant le cas en présence.
- **TRACKING DE PERSONNES.** Cet objectif permettra d'identifier les personnes proches (distance de moins 1,5 m) d'un individu et de stocker les identifiants anonymes de ces derniers et de suivre les cas confirmés ou en attente de confirmation.
- **CARTOGRAPHIQUE:** identifier les zones de passage (72h plus tôt par exemple) d'un individu infecté, pour une décontamination rapide. Avoir une situation générale par zone, arrondissement, département, région et nationale de la progression et du suivi des cas.
- **SUIVI DES CAS INFECTES OU SUSPECT:** ce mécanisme permettra aux traceurs de collecter les paramètres des différents cas en observation, à fin d'établir une courbe de progression pour chacun, et ainsi garantir une prise en charge efficient au moment opportun, tout en économisant les ressources médicales qui sont en quantité limité. Ces informations sont transmises au niveau départemental, régional, et national afin de cartographier de façons départementale, régionale et nationale le suivi et l'évolution de la maladie.

Le langage de modélisation UML est celui utilisé ici pour modéliser l'ensemble des taches il a été question de définir:

- L'architecture du système
- Le diagramme des cas d'utilisation
- Le diagramme de classe
- Le choix de fond cartographique
- un protocole test au Covid19 automatique et dynamique

2.4 IMPLEMENTATION

Elle s'est faite en deux phases et a partir uniquement d'outils libres

✓ Le front-end

- Serveur web: **apache et cordova**
- Serveur cartographique: **Mapserver**
- Client cartographique: **Leaflet**
- SGBD: **postgreSQL/PostGIS**
- Langage: **PHP, JavaScript, CSS, HTML**
- Framework: **IONIC, ANGULAR**
- Bibliothèque: **JQuery**

✓ Le back-end

- Web service: **REST**
- Langage: **JAVA**

- Framework: **Spring et sa suite (Spring boot, Spring security, ...)**
- Bibliothèque: **JavaMail, httpClient, JWT, ...**

L'exécution de cette phase a consisté à:

- Déployer les environnements de développement
- Créer les bases de données et les tables suivants la structure de base et insertion des données de bases
- Construire le « mapfile » (fichier de style) de la plateforme
- Ecrire les lignes de codes pour la réalisation de chacune des fonctionnalités

3 RÉSULTATS

3.1 STRUCTURES ET DONNÉES DISPONIBLES

Ces données sont complétées au fur et à mesure de l'utilisation de la plateforme, pour en produire une source d'information importante pour réaliser un ensemble des opérations statistiques, géographiques, prévisionnelles et bien d'autres.

N°	Titre	attributs	description
1	Centre de santé/hôpital/pharmacie	Abrège, intitulé, position, images	Utiliser pour permettre d'identifier leurs positions sur la carte et d'identifier les moins distants d'un utilisateur donné
2	Diagnostique	Poidsmin, poidsmax, conclusion, description, date	Utile pour stocker les résultats des tests auto d'un individu question d'observer la progression de la maladie chez l'individu
3	Position	Longitude, latitude	Stockage de la position d'un individu
4	Chiffre	Nombre de cas détecté, guéri, décédé, nouveau cas, date, zone	Utile pour l'archivage et les statistiques départementale, régionale et nationale sur l'évolution
5	Facteurs favorable	Facteur, poids, images	Précise les facteurs qui favorisent le développement de la maladie chez un individu,
6	Symptômes favorable	symptôme, poids, images	Précise les symptômes qui favorisent le statut positif des tests chez un individu,
7	Maladies favorable	maladie, poids, images	Précise les maladies qui favorisent les risques de développement sévère de la maladie chez un individu,
8	Information	Type, titre, contenu, images	Stockage des informations de qualité sur la maladie
9	Utilisateur	Noms, pseudo, téléphone, email, date dernier test, isporteur, résidence, code, position actuel	Permet d'identifier les utilisateurs du système, les attribuer des rôles sur la plateforme en fonction de leurs niveaux d'Access, les tracer et les suivre en cas d'infection ...
10	Conseil	Titre, contenu, auteur	Permet pour tout malade de bénéficier de conseil des spécialistes de la médecine pour un épanouissement mental en cas d'infection
12	Discutions	Titre, contenu, auteur	Permet pour tout malade d'échanger entre eux, de se partager des expériences et les défis rencontrés au quotidien dans la maladie pour ce reconforter

Tableau: données disponible

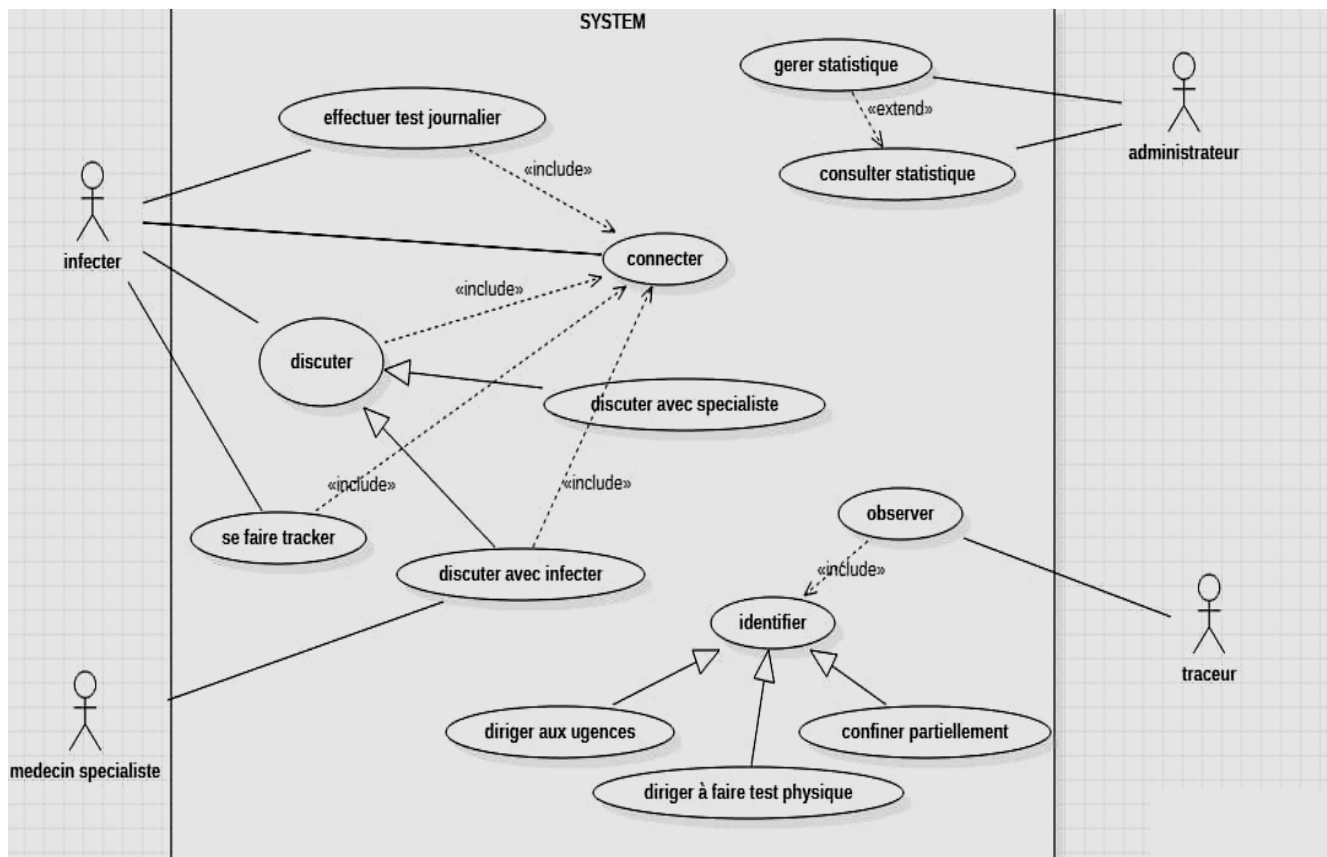
3.2 DIAGRAMME DES CAS D'UTILISATION DU SYSTÈME

Nous pouvons à cet effet, lister quelques acteurs à notre système:

- Les infecter: ils pourront bénéficier, d'un suivi quotidien c'est-à-dire lorsque le système n'a pas reçu son test auto journalier, il lui enverra un message SMS/Mail pour le lui rappeler; ils auront également la possibilité de bénéficier des échanges avec d'autre malade en « discussion » et de « conseil » de spécialiste de la médecine

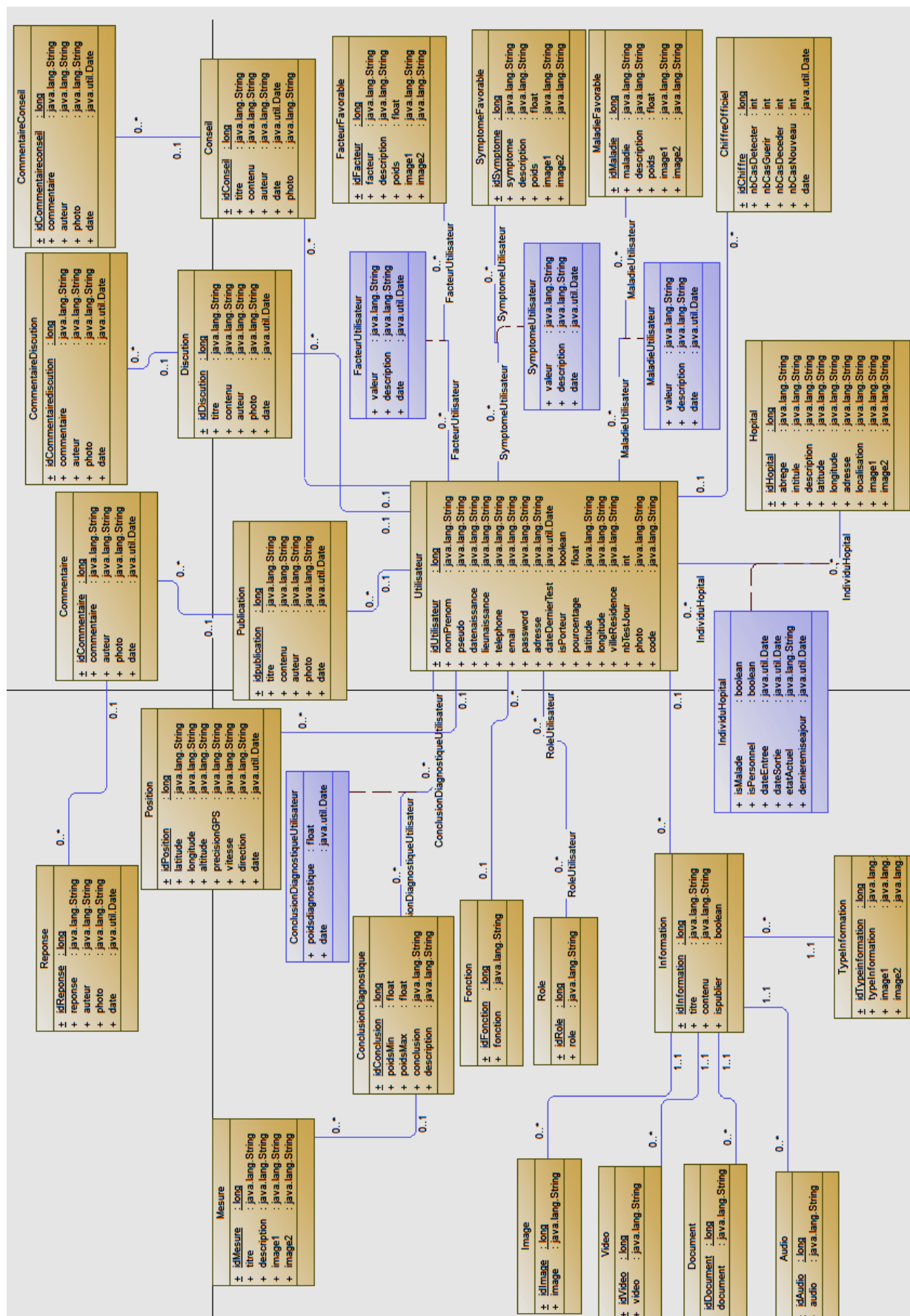
- Les spécialistes: ils pourront répondre aux préoccupations des différents infectés et leurs donner des conseils pratique en fonction des situations qu'ils traversent tant sur le plan social que professionnel
- Les traceurs: observeront chacun dans sa zone l'évolution de la maladie chez les malades à leurs charges et identifieront à partir de cette courbe de niveau ceux qui devront faire le test physique, mis en confinement total, confinement partiel, dirigé en urgence dans le centre agréé le plus proche
- Les administrateurs: auront la charge de générer des statistiques, de consulté les prévisions ...

Le diagramme de cas d'utilisation associé est dont le suivant:

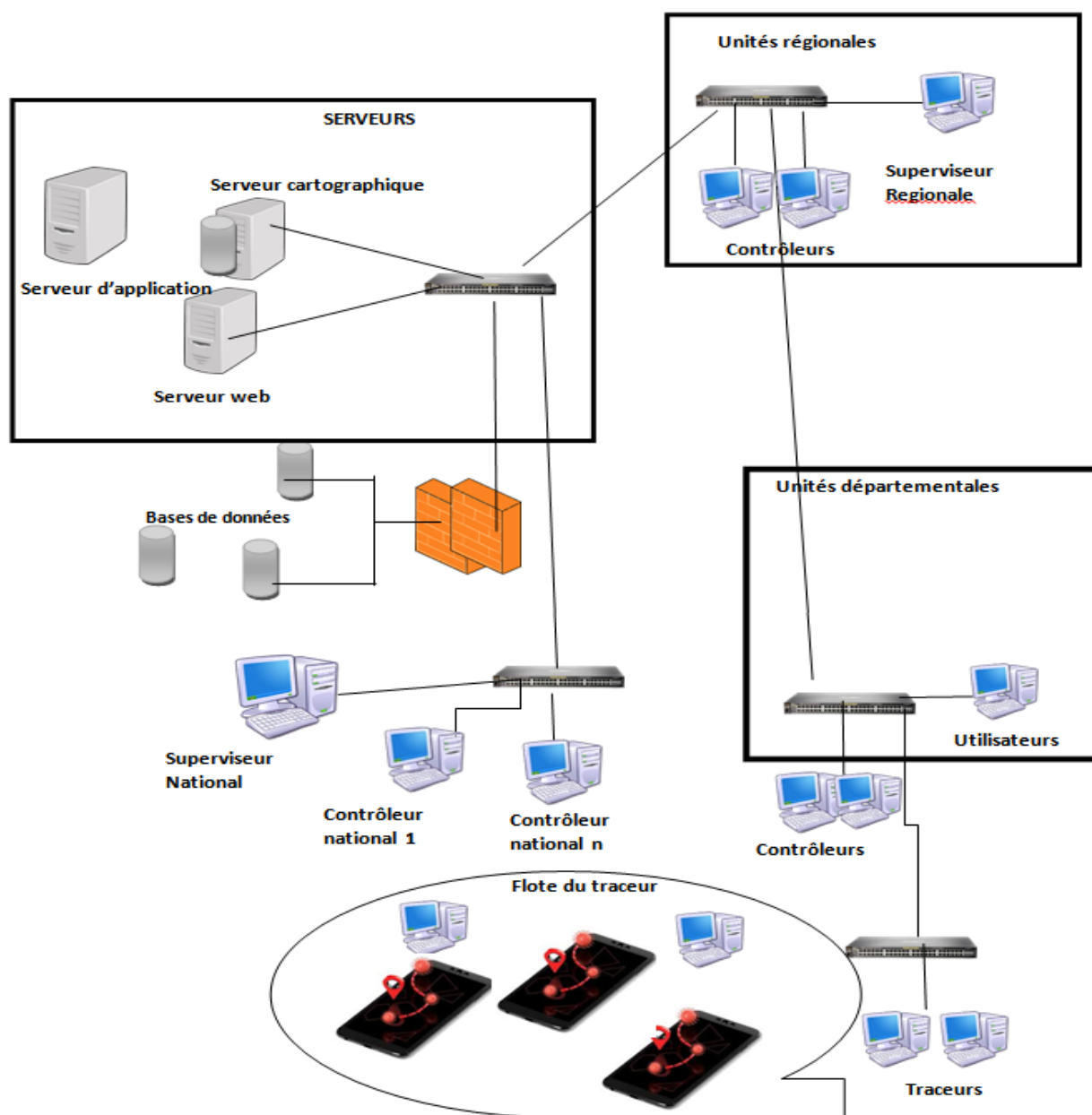


3.3 DIAGRAMME DE CLASSE

Il nous permet ainsi de présenter les classes et les interfaces du système ainsi que leurs relations. Il est illustré par la figure suivante:



3.4 ARCHITECTURE GLOBALE DE LA SOLUTION « DIVISER POUR MIEUX RÉGNER »



Dans cette architecture, il a été question de :

- Décentraliser la riposte Nationale aux niveaux régionales et départementales afin de pouvoir gérer et de traiter le flux d'information de façon plus efficace et rapide.
- Permettre aux infectés d'être plus proche de les interlocuteurs lors des différentes phases de la riposte (tracking, suivis, contrôle et collaboration).
- Garantir la sécurité, par la présence de pare-feu pour le filtrage des communications et des échanges avec les bases de données.

3.5 PLATEFORME

Ci-dessous nous vous présentons quelques capture de notre plateforme :

EXEMPLE INTERFACE DU MODULE DE TEST

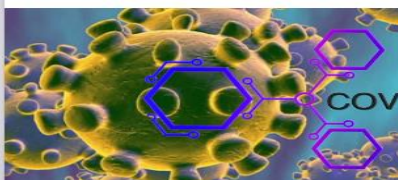
Home

Bilan officiel du COVID-19 au Cameroun

NOUVEAU CAS: CAS DECÉDÉS: CAS

Mise à jour du

Infos + Tests au COVID 1



MINRESI - INC

LANCER VOTRE DIAGNOSTIC AUTOMATIQUE AU COVID

Nombre de test restant pour la journée: 2

Informations

- Origine du virus en savoir plus...
- Symptômes en savoir plus...
- Origine du virus

Diagnostiquer

AUTRES MALADIES

Diabète
Diabète insulino dépendant non équilibré ou présence de complications secondaire

☐ Non
☐ Oui

Antécédents cardio-vasculaires
Il s'agit des maladies telles que: hypertension artérielle, accident vasculaire cérébral ou de coronaropathie chirurgicale

☐ Non
☐ Oui

Insuffisance cardiaque
Insuffisance cardiaque stade NYHA III ou IV

☐ Non
☐ Oui

Problème respiratoire
Problème respiratoire ou maladie respiratoire chronique

☐ Non
☐ Oui

Diagnostiquer

SYMPTOMES À RISQUE

avez vous de la fièvre t°c >37,8°

☐ Non
☐ Oui

utilisé un thermomètre pour savoir si votre température est supérieure à 37,8°

Description (facultative)

+Info si necessaire

SUIVANT

EXEMPLE DU MODULE DE CARTOGRAPHIE DES CAS

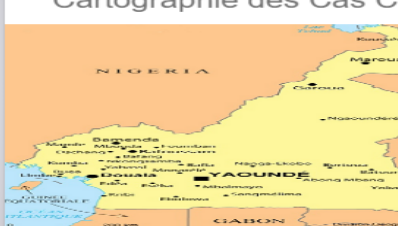
Home

Bilan officiel du COVID-19 au Cameroun

CAS DETECTÉS: NOUVEAU CAS: CAS

Mise à jour du

Cartographie des Cas COVID-19



MINRESI - INC

IDENTIFIER LES CAS COVID-19 AUTOUR DE VOUS

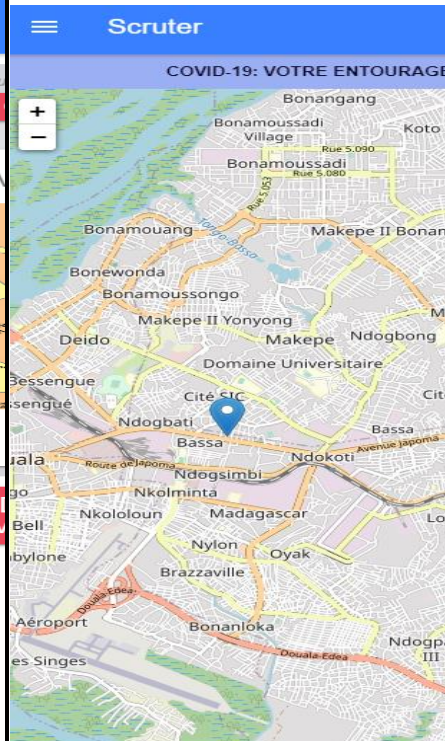
Informations

Symptômes à risque+

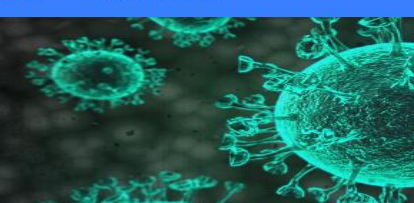
Maladies à risque+

Scuter

COVID-19: VOTRE ENTOURAGE



Information



COVID-19

- Origine du virus en savoir plus...
- Symptômes en savoir plus...
- Origine du virus en savoir plus...

MASQUER FENETRE AJOUT

Ajouter Catégorie Informatique

Intitulé:

Intitule de la categorie

image1

Choisir un fichier Aucun fichier choisi

image2

4 DISCUSSION

Le système ici présenté est venu ainsi améliorer la stratégie de lutte au Cameroun contre la pandémie à COVID 19. Il s'inscrit aujourd'hui dans la stratégie nationale de lutte contre les maladies infectieuses, il qui vise à limiter la propagation de la maladie en utilisant un minimum de ressources humaines, sociales et financières. Il facilite également la gestion psychologique et le suivi des cas infectés, en les permettant de collaborer entre eux et avec des spécialités de la médecine. La cartographie décentralisée (départementale, régionale et nationale) des zones à risques et des infectés, permet ainsi de mesurer les proportions de ressources à affectés pour garantir une riposte efficace par zone précise quelques soient l'épidémie en présence.

5 CONCLUSION

Le paradigme « diviser pour mieux régner » est d'une importance indéniable dans la gestion des crises sanitaires, car il permet de décentraliser les traitements adjacents à plusieurs niveaux, partant de la gestion individuelle par le malade lui-même aux stratégies implémentées au niveau national.

La mise en œuvre de ce système s'est étalée sur plusieurs phases: l'analyse de l'existant, l'élaboration d'un cahier de charge fonctionnel et architectural, l'analyse et la conception, l'implémentation et les tests. L'analyse de l'existant a consisté à collecter et analyser les informations recueillis auprès des organismes de gestion des crises de **covid19** et du **choléra** du Ministère de la Santé du Cameroun et les projets en rapport avec les TIC pour la gestion de la pandémie à COVID19 sur le plan international, afin d'en tirer une adaptation au contexte Africain en général et au Cameroun en particulier. Suivant cette analyse et les réalisés socio-politiques locales, un cahier de charge a été établi. Le formalisme UML qu'en a lui, nous a permis de formaliser l'ensemble des aspects liés à cette plateforme. Pour l'implémentation, la technologie IONIC nous a permis de développer le front-end mobile hybride (android, IOS, Windows) de notre plateforme, le PHP pour la version web; le back-end qu'en a lui a été développé autour du Framework Spring et de sa suite, dans un environnement de développement ECLIPSE pour un langage JAVA, dans le but de construire un web service REST; la base de données qu'en a elle a été déployée dans le SGBD POSTGRESQL/POSTGIS; la technologie VPN (virtual private network) a été utilisé pour assurer la connexion des différents sites de gestion à la centrale de gestion opérationnelle. A présent, nous avons un système informatique qui permet de suivre des cas infectés au covid19 ou à tout autre maladie infectieuse, de les mettre en relations entre eux (avec des spécialistes de la médecine (psychologue, généraliste, ...)) et permet d'identifier et d'alerter les individus à proximité des infectés au besoin.

Malgré l'utilisation des anonymats connus uniquement par le système pour identifier les individus, Le traçage numérique comme moyen de lutte contre une épidémie, impose en fonction des pays un certain nombre d'autorisations préalable, formaliser par les gouvernements au travers de l'assemblée nationale ou autre car la vie privée des individus peut se trouver impacté.

REFERENCES

- [1] Lin C, Braund WE, Auerbach J, Chou JH, Teng JH, Tu P, Mullen J. Policy Decisions and Use of Information Technology to Fight 2019 Novel Coronavirus Disease, Taiwan.
https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/7/20-0574_article.
- [2] Grayson Wick. Coronavirus 2020: What is really happening and how to prevent it (updated February 12th, 2020 Wuhan Outbreak).
- [3] Uptin Saïdi. Hong Kong is putting electronic wristbands on arriving passengers to enforce coronavirus quarantine. Published Wed, Mar 18 2020 1: 47 AM EDT
<https://www.cnn.com/2020/03/18/hong-kong-uses-electronic-wristbands-to-enforce-coronavirus-quarantine.html>
- [4] Saheli Roy Choudhury. Singapore says it will make its contact tracing tech freely available to developers. Published Wed, Mar 25 2020 2: 40 AM EDT | Updated Wed, Mar 25 2020 10: 40 PM EDT
<https://www.cnn.com/2020/03/25/coronavirus-singapore-to-make-contact-tracing-tech-open-source.html?searchterm=Singapour>.
- [5] Florent Maitre et Alexandre Boero Traçage numérique: les chercheurs français et allemands annoncent Robert le 19 avril 2020 à 16h10
<https://www.clubic.com/coronavirus/actualite-892093-tracage-numerique-chercheurs-francais-allemands-annoncent-projet-protocole-robert.html>.
- [6] TECH & MEDIAS 24- SN Le Maroc va lancer une application de traçage des contaminations le 13 Avril 20: 11 | modifier le 14 Avril 2020 à 12: 28.
- [7] Cameroun: Déclaration spéciale du Premier Ministre, Chef du Gouvernement - DION NGUTE Joseph le 17 mars 2020.
- [8] Cameroun: Repenser le secteur informel pour relever le défi du plein-emploi 21 février 2012
<https://www.banquemondiale.org/fr/news/feature/2012/02/21/report-urges-a-rethink-of-camerouns-informal-sector-as-nation-longs-for-full-employment>.

Criblage phytochimique, dosages des polyphénols totaux et flavonoïdes totaux, et évaluation de l'activité antibactérienne des feuilles de *Turraea heterophylla* Smith (Meliaceae)

[Phytochemical screening, determination of total polyphenols and flavonoids, and evaluation of the antibacterial activity of leaves of *Turraea heterophylla* Smith (Meliaceae)]

Kouadio Kouassi Blaise¹⁻³, Kablan Ahmont Landry Claude², Ahoua Angora Rémi Constant⁴, Konan Dibi Jacques³, Oussou Kouamé Raphael¹, Attioua Koffi Barthélemy³, and Dongui Bini kouamé¹

¹Laboratoire de Sciences et Technologies de l'Environnement, UFR Environnement, Université Jean Lorougnon GUÉDE, Daloa, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

²Département de Mathématiques, Physique et chimie, UFR des Sciences Biologiques, Université Peleforo GON COULIBALY, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire

³Laboratoire de Constitution et Réaction de la Matière, UFR Sciences des Structures de la Matière et Technologie, Université Félix HOUPOUËT-BOIGNY, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

⁴Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire, BP 1303 Abidjan 01, 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: *Turraea heterophylla* Smith (Meliaceae) is a species used in Ivorian's traditional for its antimalarial and aphrodisiac properties. The objectives of this study are the phytochemical screening, the determination of polyphenols and flavonoids present in the leaves and the determination of the antibacterial activity of the methanolic extract of the leaves. The screening phytochemical was carried out using chemical characterization tests. The determination of total polyphenols and total flavonoids was carried out using a spectrophotometer. Antibacterial activity was assessed using the agar well diffusion method against *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Escherichia coli* (CIP 54127AF) and *Pseudomonas aeruginosa* (CIP 103467). Phytochemical screening revealed the presence of polyterpenes, steroids, alkaloids, saponins, flavonoids and phenolic compounds. The assay indicates a very high concentration of flavonoids and polyphenols in the ethyl acetate and aqueous extracts. In terms of biological tests, the study indicates that the methanolic extract of the leaves of *T. heterophylla* has bacteriostatic properties against the germs tested with MIC values greater than 3000 µg / mL.

KEYWORDS: *Turraea heterophylla*; phytochemistry; total polyphenols; antibacterial.

RESUME: *Turraea heterophylla* Smith (Meliaceae) est une espèce végétale utilisée en médecine traditionnelle ivoirienne pour ses propriétés antipaludiques et aphrodisiaques. Cette étude a pour objectifs le criblage phytochimique, le dosage des polyphénols et des flavonoïdes présents dans les feuilles et la détermination de l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique des feuilles. Le tri-phytochimique a été réalisé avec les tests de caractérisation chimique. Le dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes totaux a été réalisé à l'aide d'un spectrophotomètre. L'activité antibactérienne a été évaluée en utilisant la méthode de diffusion par puits sur gélose contre *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Escherichia coli* (CIP 54127AF) et *Pseudomonas aeruginosa* (CIP 103467). Le criblage phytochimique a révélé la présence de polyterpènes, de

stéroïdes, d'alkaloïdes, de saponines, de flavonoïdes et de composés phénoliques. Le dosage indique une très forte concentration de flavonoïdes et polyphénols dans les contre-extraits à l'acétate d'éthyle et aqueux. Ces différents extraits sont issus de l'extrait méthanolique. Au niveau des tests biologiques, l'étude indique que l'extrait méthanolique des feuilles de *T. heterophylla* possède des propriétés antibactériennes contre les germes testés avec des valeurs de CMI supérieures à 3000 µg/mL. Ils sont bactériostatiques.

MOTS-CLEFS: *Turraea heterophylla*; phytochimie; polyphénols totaux; antibactérien.

1 INTRODUCTION

La famille des Meliaceae est composée d'arbres et d'arbustes dicotylédones. Elle comprend environ 51 genres et 600 espèces d'origine tropicale, selon la classification systématique de l'Angiosperm Phylogeny Group (APG) ^[1,2]. Les espèces de cette grande famille botanique sont très employées en médecine traditionnelle africaine et principalement ivoirienne; cependant leur composition chimique pouvant garantir leur emploi n'est pas suffisamment établie. En effet, les travaux réalisés à ce jour sur certaines de ces espèces révèlent la présence d'alkaloïdes, de triterpénoïdes, de saponosides, de flavonoïdes, de polyphénols, de stéroïdes, de coumarines et généralement de limonoïdes (tétranortriterpénoïdes) ^[3,4,5]. En vue de contribuer à l'enrichissement de la composition chimique des espèces de cette famille botanique, nous avons sélectionné *Turraea heterophylla* Smith (Meliaceae). Les précédents travaux réalisés sur cette espèce végétale se limitent aux écorces de racines. En effet, l'étude phytochimique a conduit à l'isolement de trois composés connus dont deux limonoïdes, le rohituka-7, l'obacunone et un diterpénoïde, le margocinine ^[6]. Au niveau activité biologique, les travaux réalisés par Akrofi et al. [6] indiquent que les extraits méthanolique et chlorométhylénique des écorces de racine ont des activités antimicrobiennes intéressantes. La présente étude concerne les feuilles de *T. heterophylla* où nous envisageons réaliser le tri-phytochimique de l'extrait méthanolique, le dosage des polyphénols et des flavonoïdes totaux puis évaluer l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATÉRIEL

2.1.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Les feuilles de *T. heterophylla* ont été collectées en avril 2016 à Gadouan dans le département de Daloa à l'ouest de la Côte d'Ivoire. L'identification a été faite au CNF (Centre National de Floristique) de l'Université Félix HOUPOUËT-BOIGNY où un spécimen est conservé sous le numéro d'herbier 31235.

2.1.2 MATÉRIEL BIOLOGIQUE

Les souches bactériennes de référence et la souche hospitalière utilisées ont été fournies par trois centres de recherche: le Laboratoire de Bactériologie-Virologie de l'Institut Pasteur d'Abidjan (CIP), le Laboratoire National de Santé Publique de Côte d'Ivoire et le Centre Suisse de Recherches Scientifiques de Côte d'Ivoire (CSRS).

Les tests ont été réalisés au Centre Suisse de Recherches Scientifiques à Abidjan (CSRS). Les souches de référence sont des cocci à Gram positif (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923 et *Staphylococcus aureus* CIP 483, et Bacilles à Gram négatif (*Escherichia coli* CIP 54127AF et *Pseudomonas aeruginosa* CIP 103467). La souche de *Staphylococcus aureus*, d'origine hospitalière, est sensible à la pénicilline. Les germes ont été conservés à la température du laboratoire (25°C) dans de la gélose nutritive coulée en tubes, puis étiquetés.

2.2 MÉTHODES

2.2.1 PRÉPARATION DE L'EXTRAIT MÉTHANOLIQUE DES FEUILLES DE *T. HETEROPHYLLA*

Pour préparer l'extrait méthanolique des feuilles de *T. heterophylla*, 200,0 g de matière végétale séchée et broyée ont été extraites par macération dans 600 mL de méthanol pendant 24h. Après filtration sur papier Wattman n°2, le Marc est extrait deux fois de suite avec la même quantité de méthanol pour une durée de 24h chacune. Les différents filtrats sont réunis,

concentrés puis évaporés à sec sous pression réduite à la température de 60 °C, à l'aide d'un évaporateur rotatif de type BUCHI 461. L'extrait brut méthanolique (E_{MeOH}) ainsi obtenu a été conservé dans un bocal étanche, dans un dessiccateur en verre, pour la suite des travaux.

2.2.2 FRACTIONNEMENT DE L'EXTRAIT MÉTHANOLIQUE

Une partie de l'extrait brut méthanolique (E_{MeOH}) a été dissous dans l'eau distillée puis filtrée. Dans une ampoule à décanter, le filtrat aqueux (100 mL) est épuisé successivement avec l'hexane (4x 100 mL), le dichlorométhane (4x 100 mL) et l'acétate d'éthyle (4x 100 mL). La phase aqueuse résiduelle est séchée à l'étuve puis extraite avec le méthanol (3x 50 mL). L'extrait obtenu est considéré comme étant un extrait aqueux. Les différentes phases organiques obtenues sont séchées sur du sulfate de sodium anhydre, filtrées sur papier Wattman n°2 avant d'éliminer les solvants sous pression réduite. Ce traitement a abouti à quatre contre-extraits: hexane (F_{HEX}), dichlorométhane (F_{DCM}), acétate d'éthyle (F_{AE}) et aqueux résiduel (F_{AQ}).

2.2.3 CRIBLAGE PHYTOCHIMIQUE DE L'EXTRAIT MÉTHANOLIQUE

2.2.3.1 TEST DES POLYPHÉNOLS PAR RÉACTION AVEC LE CHLORURE FERRIQUE

Le test a été réalisé suivant la méthode décrite par Wagner^[7]. A 2 mL d'extrait est ajoutée une goutte de chlorure ferrique alcoolique à 2%. L'apparition d'une coloration bleu noirâtre ou verte plus ou moins foncée indique la présence de polyphénols.

2.2.3.2 TESTS DES STÉROLS ET DES POLYTERPÈNES PAR LA RÉACTION DE LIEBERMAN ET BURCHARD

Le test a été réalisé suivant la méthode décrite par Wagner^[7]. Dans une capsule, 5 mL d'extrait sont évaporés sur un bain de sable. Le résidu est dissous à chaud dans 1 mL d'anhydride acétique, puis transféré dans un tube à essai où 0,5 mL d'acide sulfurique concentré sont ajoutés. L'apparition à l'interphase d'un anneau violet, virant au bleu puis au vert, indique la présence de stérols et de terpènes.

2.2.3.3 TESTS DES FLAVONOÏDES PAR RÉACTION À LA CYANIDINE

Le test a été réalisé suivant la méthode décrite par Wagner^[7]. Dans une capsule, 2 mL d'extrait sont évaporés sur bain de sable. Le résidu froid est repris avec 5 mL d'alcool chlorhydrique dilué à moitié et transféré dans un tube à essai. La formation de coloration rose-orange ou violacée, après l'ajout de 2 à 3 copeaux de magnésium, révèle la présence de flavonoïdes.

2.2.3.4 TEST DES TANINS CATÉCHIQUES PAR LE RÉACTIF DE STIASNY

Le test a été réalisé suivant la méthode décrite par Wagner^[7]. Dans une capsule, 5 mL d'extrait sont évaporés sur bain de sable avant d'ajouter au résidu 15 mL de réactif Stiasny. Le mélange est maintenu au bain-marie à 80 °C pendant 30 min, puis laissé refroidir. L'observation des précipités sous forme de gros flocons indique la présence de tanins catéchiques.

2.2.3.5 RECHERCHE DE TANINS GALLIQUES

Le test a été réalisé suivant la méthode décrite par Wagner^[7]. La solution précédente, issue de la caractérisation des tanins catéchiques, est filtrée et le filtrat est saturé d'acétate de sodium. L'ajout à la solution saturée de 3 gouttes de chlorure ferrique ($FeCl_3$) à 2% provoque l'apparition d'une coloration bleu-noir intense en cas de présence de tanins galliques.

2.2.3.6 TEST DES ALCALOÏDES

Le test a été réalisé suivant la méthode décrite par Harbone^[8]. Dans une capsule, 6 mL d'extrait sont évaporés sur bain de sable puis le résidu est repris dans 6 mL d'alcool à 96%. La solution alcoolique est distribuée dans deux tubes à essai. Dans le premier tube n°1, sont ajoutées 2 gouttes de réactifs de Dragendorff. L'apparition d'un précipité ou d'une coloration orange indique la présence d'alcaloïdes. Dans le deuxième tube n°2, sont ajoutées 2 gouttes de réactif de Bouchardât. L'apparition de coloration brune-rougeâtre confirme la présence d'alcaloïde.

2.2.3.7 TESTS DES QUINONES ET ANTHRAQUINONES

Le réactif Borntraegen (ammoniaque à moitié dilué) permet la détection de quinones libres. Le test a été réalisé suivant la méthode décrite par Harbone [8]. Dans une capsule, évaporer 2 mL d'extrait sur bain de sable puis triturer le résidu dans 5 mL d'acide chlorhydrique 1/5. Dans un tube à essai, porter la solution dans un bain d'eau bouillante pendant une demi-heure. Après refroidissement, extraire l'hydrolysate avec 20 mL de dichlorométhane dans un tube à essai. Recueillir la phase chlorométhylénique dans un tube à essai puis ajouter 0,5 mL d'ammoniaque à moitié dilué. L'apparition d'une couleur allant du rouge au violet indique la présence de quinones.

2.2.3.8 TESTS DES SAPONINES

Le test a été réalisé suivant la méthode décrite par Harbone [8]. Dans un tube à essai, dissoudre 1 g d'extrait dans 100 mL d'eau distillée, chauffer légèrement le mélange, filtrer, refroidir et compléter à 100 mL avec de l'eau distillée. Dans un tube à essais, introduire 20 mL du filtrat et agiter vigoureusement pendant 15 secondes. Placer le tube verticalement pendant 15 minutes. Au bout de cette période, si la mousse persiste, alors la drogue végétale contient des saponines.

2.2.4 DOSAGES DES POLYPHÉNOLS ET DES FLAVONOÏDES

Les mesures sont réalisées à l'aide d'un spectrophotomètre et les droites d'étalonnage sont tracées en utilisant l'acide gallique et la quercétine comme standards respectivement pour les polyphénols et les flavonoïdes. Les teneurs (concentrations) en polyphénols totaux et en flavonoïdes totaux sont calculées à partir de la formule :

$$E = \frac{CVD}{m}$$

E: Teneur ou concentration (mg.AG/g ou mg.Qc/g d'extrait sec).

C: concentration de l'échantillon donnée par le spectrophotomètre (mg/mL).

V: volume de la solution préparée (mL)

D: facteur de dilution

m: masse de l'extrait (g)

2.2.4.1 DOSAGE PAR SPECTROPHOTOMÉTRIE DES POLYPHÉNOLS TOTAUX

La méthode décrite par Patricia et al [9]. a été utilisée pour le dosage des polyphénols totaux. Un volume de 2,5 mL de réactif de Folin-Ciocalteu dilué (1/10) est ajouté à 30 µL d'extrait. Le mélange est maintenu pendant 2 minutes dans l'obscurité à température ambiante, puis 2 mL de solution de carbonate de sodium (75 g.L⁻¹) sont ajoutés. Le mélange est ensuite placé pendant 15 minutes au bain-marie à 50°C, puis refroidi rapidement. L'absorbance est mesurée à 760 nm, avec de l'eau distillée comme blanc. Une droite d'étalonnage est réalisée avec l'acide gallique à différentes concentrations. Chaque analyse est réalisée en triple et la concentration en polyphénols est exprimée en milligramme par millilitre d'extrait équivalent acide gallique (mg/mL). L'acide gallique est utilisé ici comme standard de référence pour la quantification des teneurs en polyphénols totaux; cette grandeur est exprimée en milligramme équivalent acide gallique par gramme d'extrait (mg.ég.AG/g extrait).

2.2.4.2 DOSAGE PAR SPECTROPHOTOMÉTRIE DES FLAVONOÏDES TOTAUX

La méthode décrite par Patricia et al [9]. a été utilisée pour le dosage des flavonoïdes totaux. Dans une fiole de 25 mL, 0,75 mL de nitrite de sodium (NaNO₂) à 5% (m/v) a été ajouté à 2,5 mL d'extrait. Le mélange a été additionné de 0,75 mL de chlorure d'aluminium (AlCl₃) à 10% (m/v), puis incubé pendant 6 minutes à l'obscurité. Après l'incubation, 5 mL de soude (NaOH 1N) ont été ajoutés puis le volume a été complété à 25 mL. Le mélange a été agité vigoureusement avant d'être dosé au spectrophotomètre UV-visible. La lecture a été faite à 510 nm. Les essais ont été réalisés en triple. La teneur en flavonoïdes a été exprimée en milligramme équivalent quercétine par gramme d'extrait (mg.ég.Qc/g d'extrait). La quercétine est utilisée ici comme standard de référence pour la quantification des teneurs en flavonoïdes totaux.

2.2.5 EVALUATION IN VITRO DE L'ACTIVITÉ ANTIBACTÉRIENNE

2.2.5.1 PRÉPARATION DE L'INOCULUM BACTÉRIEN

Une grosse colonie bien isolée d'une culture bactérienne de 18 heures a été prélevée à l'aide d'une pipette Pasteur stérile, puis écrasée sur la paroi d'un tube contenant 10 mL d'eau distillée. A l'aide d'une pipette Pasteur, 5 à 6 gouttes de cette pré-culture sont prélevées et diluées dans 10 mL d'eau distillée. Cette suspension bactérienne réalisée permet d'avoir environ 10^6 UFC/mL (condition standard) et constitue l'inoculum bactérien de dilution 10^0 selon la George et al [10].

2.2.5.2 TEST DE SENSIBILITÉ

Le principe repose sur la diffusion du produit antimicrobien en milieu solide dans une boîte de Pétri, avec création d'un gradient de concentration après un bref moment de contact entre le produit et le microorganisme cible. L'effet du produit antimicrobien sur la cible est apprécié par la mesure d'une zone d'inhibition. En fonction du diamètre d'inhibition, la souche sera qualifiée de sensible, très sensible, extrêmement sensible ou résistante. Selon Etuaful et al [11], la souche est qualifiée non sensible ou résistante en fonction du diamètre d'inhibition. Ainsi, on notera:

- Souche non sensible ou résistante: diamètre inférieur à 8 mm,
- Souche sensible: diamètre compris entre 9 et 14 mm,
- Souche très sensible: diamètre compris entre 15 et 19 mm,
- Souche extrêmement sensible: diamètre supérieur à 20 mm.

Pour le mode opératoire, la boîte gélosée de Muller-Hinton pour les bactéries a été uniformémentensemencée par inondation avec une suspension de l'inoculum microbien de dilution 10^0 . Le surplus a été aspiré à l'aide d'une pipette Pasteur surmontée d'une pro-pipette. La boîteensemencée a été séchée pendant 15 minutes à la température ambiante. Ensuite, des puits ont été faits à l'aide d'une pipette Pasteur dans des conditions de stérilité et une quantité de 50 μ L de la substance à tester (1,5 mg/mL) y est déposée. La boîte de Pétri a ensuite été incubée à 37 °C pendant 18 heures. Cette opération est répétée 3 fois de suite. La tétracycline et la gentamycine (25 μ g/mL) ont servi de contrôles positifs. La lecture s'est faite par la mesure du diamètre (mm) de la zone d'inhibition autour de chaque cupule à l'aide d'un pied à coulisse à affichage automatique. Les résultats sont exprimés par le diamètre de la zone d'inhibition, et seuls les diamètres d'inhibition supérieurs à 8 mm ont été pris en compte^[12].

2.2.5.3 DÉTERMINATION DES CONCENTRATIONS MINIMALES INHIBITRICES (CMI)

L'extrait méthanolique ayant montré un diamètre d'inhibition supérieur ou égal à 9 mm ont été sélectionnés pour déterminer les CMI par la méthode de diffusion par puits sur gélose. Après lecture de la CMI, les contenus des puits ne présentant aucune croissance bactérienne visible à l'œil nu sontensemencés en stries de 5 cm en boîtes de pétri sur de la gélose de Muller-Hinton à l'aide d'une anse puis incubés à 37 °C pendant 18 h.

2.2.5.4 MILIEUX DE CULTURE ET AGENTS ANTIMICROBIENS

Pour les conditions d'aseptise, une hotte à flux laminaire (CYTAIR, France) a été utilisée. D'autres matériels techniques tels que l'incubateur bactériologique (JOUAN type: EB 170 EL SANS, Afghanistan), l'autoclave (Trade Raypa, modèle AE-75BRY Espagne), des microplaques dont les cupules à un fond en U (12 x 8 rangées), une balance électronique de précision (AG 204 Delta Range), de la verrerie de laboratoire comprenant des micropipettes et des pipettes de précision et des embouts adaptables ont été employés. Le diméthylsulfoxyde (DMSO), la gentamycine poudre (Fluca; biochimika, Suisse), la tétracycline (Sigma-Aldrich; USA), l'Amphotéricine B (Sigma-Aldrich; USA), la Nystatine (Sigma-Aldrich; USA), la gélose Müller-Hinton (Bio-Rad®, USA) et la méthode de diffusion par puits sur gelose (HIMEDIA; le Dextrose Agar; Bio-Rad®, USA) ont servi pour l'étude de la sensibilité des souches microbiennes vis-à-vis de l'extrait méthanolique de la plante.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 RENDEMENT DE L'EXTRACTION ET DES FRACTIONNEMENTS

L'extraction réalisée sur 200,0 g de poudre des feuilles de *T. heterophylla* a conduit à 13,5 g d'extract brut méthanolique (E_{MeOH}), soit un rendement de 5,40%. Ce rendement, relativement élevé, indique que les feuilles de *T. heterophylla* contiennent

suffisamment de métabolites secondaires extractibles par le méthanol. Les épuisements successifs d'une partie (7,2 g) de l'extrait E_{MeOH} par l'hexane, le dichlorométhane, l'acétate d'éthyle et le méthanol ont abouti respectivement aux fractions F_{HEX} (0,95 g; 13,2%), F_{DCM} (1,38 g; 19,2%), F_{AE} (1,92 g; 26,7%) et F_{Aq} (2,52 g; 35,0%). On note que les rendements les plus importants sont obtenus avec la fraction aqueuse résiduelle (F_{Aq} : 35,0%), suivi de la fraction acétate d'éthyle (F_{AE} : 26,7%). Ces deux fractions renferment environ 62%, en masse, des métabolites contenus dans l'extrait brut méthanolique. Le méthanol, l'acétate d'éthyle et l'eau étant des solvants hydrophiles, c'est normal qu'ils aient la même affinité à extraire les composés hydrosolubles [13].

3.2 COMPOSITION CHIMIQUE DE L'EXTRAIT BRUT MÉTHANOLIQUE

Le criblage phytochimique réalisé sur l'extrait brut méthanolique des feuilles de *T. heterophylla* (E_{MeOH}) a visé principalement huit (8) familles de métabolites secondaires: les alcaloïdes, les polyphénols, les flavonoïdes, les tanins, les stérols, les polyterpènes, les quinones et les saponines. Les résultats indiquent que sur les huit (8) familles recherchées, seuls les tanins et les quinones sont absents (**Tableau 1**). Ces résultats sont similaires à ceux précédemment obtenus sur les écorces de tige de la même plante [6, 4]. Cependant, l'absence de tanins dans l'extrait brut méthanolique des feuilles est contraire au résultat des travaux réalisés sur les écorces de racine de la même plante par Bouquet and Debray [14] qui indiquent la présence des tanins. Cette différence peut s'expliquer par le fait que les deux organes (feuilles et racines) jouent des rôles différents chez la plante et aussi, par plusieurs facteurs tels qu'agro-pédologiques, climatiques et géographique [15]. Le triphytochimique montre que la composition chimique des feuilles de *T. heterophylla* est similaire à celle des espèces genre *Turraea* [3, 4, 5]. Le **Tableau 1** montre aussi que toutes les familles chimiques caractérisées dans l'extrait brut méthanolique (E_{MeOH}) se répartissent dans les fractions F_{HEX} , F_{DCM} , F_{AE} et F_{Aq} . Le fait que les polyphénols et les flavonoïdes se retrouvent dans tous les extraits (apolaires et polaires) permet d'affirmer qu'il y a coexistence des formes aglycone et glycoside dans les feuilles de *T. heterophylla*. Concernant les stérols et les polyterpènes, ils ne se retrouvent que dans les solvants apolaires: hexane et dichlorométhane. Cette observation est normale, puisque ces composés sont généralement très solubles dans les solvants lyophiles tels que les hydrocarbures.

Tableau 1. Résultats du tri-phytochimique réalisé sur l'extrait brut méthanolique des feuilles de *T. heterophylla* et les fractions

Métabolites secondaires	Test chimique	Extrait E_{MeOH}	Fractions			
			F_{HEX}	F_{DCM}	F_{AE}	F_{Aq}
Alcaloïdes	Dragendorff + Bouchardat	+	-	-	+	+
Polyphénols	Chlorure ferrique	+	+	+	+	+
Flavonoïdes	Cuivres de magnésium	+	+	+	+	+
Tanins galliques	Réactif Stiasny	-	-	-	-	-
Tanins catéchiques	Chlorure ferrique	-	-	-	-	-
Stérols et polyterpènes	Réactif de Lieberman	++	+	+	-	-
Quinones	Ammoniac dilué	-	-	-	-	-
Saponines	Mousse	+	-	-	+	+

NB: Abondant (++); Présence (+); Absent (-)

Les résultats positifs obtenus ici sont certainement liés aux stérols; qui peuvent facilement se retrouver dans les solvants tels que l'acétate d'éthyle et le méthanol; grâce aux groupements hydroxyles qu'ils portent. La richesse de l'extrait brut méthanolique des feuilles de *T. heterophylla* pourrait justifier l'utilisation de la décoction dans de nombreux traitements traditionnels [16].

3.3 TENEURS EN POLYPHÉNOLS TOTAUX ET EN FLAVONOÏDES TOTAUX

La droite d'étalonnage tracée en utilisant l'acide gallique comme standard a donné un coefficient de régression $R^2 = 0,9935$. La teneur en polyphénols totaux est de $75 \pm 0,00$ mg éqAG/g pour l'extrait brut méthanolique des feuilles de *T. heterophylla* (E_{MeOH}) et de 25 ± 0 mg éqAG/g; 50 ± 0 mg éqAG/g; 125 ± 7 mg éqAG/g et de 125 ± 7 mg éqAG/g pour les fractions F_{HEX} , F_{DCM} , F_{AE} et F_{Aq} respectivement (**Tableau 2**).

Tableau 2. Teneur en polyphénols totaux des extraits de feuilles de *T. heterophylla*

Teneur	Extrait et fractions				
	E _{MeOH}	F _{HEX}	F _{DCM}	F _{AE}	F _{Aq}
Teneur en polyphénols (mg éq.AG/g d'extrait sec)	75±0	25±0	50±0	125±7	125±7
Teneur en flavonoïdes (mg éq.Qc/g d'extrait sec)	150,0±0,0	82,5±0,0	107,0±0	150,0±0,0	175,0±0,0

Ces valeurs ont été traduites sous forme d'histogramme (**Figure 1A**). On note que les fractions acétate d'éthyle (F_{AE}) et aqueux résiduel (F_{Aq}) sont deux à trois fois plus riches en polyphénols que les fractions hexane (F_{HEX}) et dichlorométhane (F_{DCM}). Cette différence confirme que les polyphénols présents dans l'extrait brut méthanolique des feuilles de *T. heterophylla* sont majoritairement glycosylés; et donc plus solubles dans le méthanol, l'eau et l'acétate d'éthyle; qui extraient mieux les polyphénols [17, 18]. Les aglycones, qui sont faiblement solubles dans les solvants hydrophiles, ont été très peu extraits par le méthanol. Ces résultats concordent avec les données du tri-phytochimique.

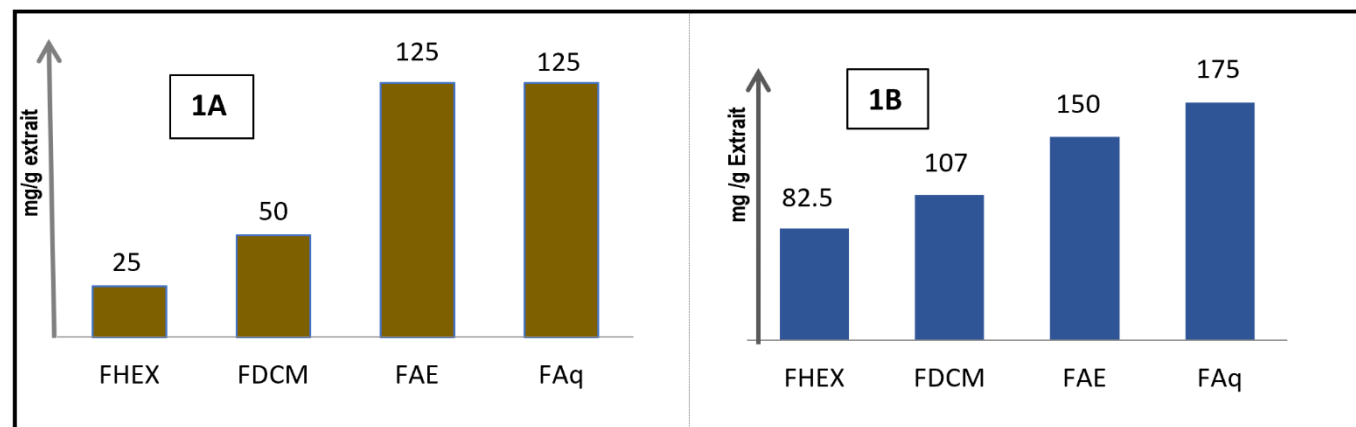


Fig. 1. Histogramme des teneurs en polyphénols totaux (1A) et flavonoïdes totaux (1B) des fractions

Pour déterminer les teneurs en flavonoïdes, la droite d'étalonnage a été tracée en utilisant la quercétine comme standard, et le coefficient de régression a pour valeur $R^2 = 0,9983$. On note que la teneur en flavonoïdes totaux est de $150,0 \pm 0,0$ mg éqQc/g pour l'extrait brut méthanolique des feuilles de *T. heterophylla* (E_{MeOH}), et de $82,5 \pm 0,0$ mg éqQc/g; $107,0 \pm 0$ mg éqQc/g; $150,0 \pm 0,0$ mg éqQc/g et de $175,0 \pm 0,0$ mg éqQc/g pour les fractions F_{HEX}, F_{DCM}, F_{AE} et F_{Aq} respectivement (**Tableau 2**). Les histogrammes représentant les teneurs en flavonoïdes des fractions (**Figure 1B**) montrent des valeurs croissantes lorsqu'on passe des solvants les moins polaires aux plus polaires.

Ces résultats concordent avec ceux obtenus avec le tri-phytochimique et la teneur en polyphénols des fractions. Par conséquent, on peut aussi affirmer que les flavonoïdes contenus dans l'extrait brut méthanolique des feuilles de *T. heterophylla* sont en majorité glycosylés; c'est-à-dire possédant une partie sucre. Ainsi, les flavonoïdes non glycosylés (aglycones) sont identifiés dans les fractions hexane (F_{HEX}) et dichlorométhane (F_{DCM}); quant aux flavonoïdes glycosylés, c'est plutôt dans les fractions acétate d'éthyle (F_{AE}) et aqueux résiduelles (F_{Aq}) qu'ils se retrouvent. Ce résultat est en accord avec le principe selon lequel les composés possédant des groupements hydroxyles sont plus solubles dans les solvants hydrophiles tels que le méthanol, l'eau et l'acétate d'éthyle [17, 18].

3.4 ACTIVITÉ ANTIBACTÉRIENNE

L'activité antibactérienne de l'extrait brut méthanolique des feuilles de *T. heterophylla* (E_{MeOH}) a été évaluée contre cinq (5) souches bactériennes: *P. aeruginosa* ATCC, *P. aeruginosa* CIP, *S. aureus* sensitive, *S. aureus* CIP et *E. coli* ATCC. Les diamètres d'inhibitions sont tous supérieurs à 9 mm (valeurs comprises entre 9 et 9,50 mm), ce qui signifie que ces bactéries sont sensibles à cet extrait [19, 11]. Bien que l'extrait E_{MeOH} soit bactériostatique, les valeurs des concentrations minimales inhibitrices (CMI) sont toutes supérieures 3000 µg/ml (**Tableau 3**). Les CMI de l'extrait E_{MeOH} sont négligeables devant celles de la Tetracycline et

de la Gentamicine, prises comme contrôle positifs, dont les CMI sont comprises entre de 0,19 et 50 µg/mL et 1,56 et 50 µg/mL respectivement.

Tableau 3. Concentrations minimales inhibitrices (CMI) (µg / mL) de l'extrait des feuilles de *T. heterophylla*

		<i>P. aeruginosa</i> ATCC	<i>P. aeruginosa</i> CIP	<i>S. aureus</i> sensitive	<i>S. aureus</i> CIP	<i>E. coli</i> ATCC
Extrait méthanolique E _{MeOH}		>3000	>3000	>3000	>3000	>3000
Contrôle positif	Tetracycline	0,19	3,125	50	0,19	> 50
	Gentamicine	3,125	1,56	> 50	1,56	> 50

Ce résultat montre que les feuilles de *T. heterophylla* possèdent des propriétés antibactériennes comme les racines de la même plante [6]. Cette activité, même faible, de l'extrait méthanolique pourrait justifier l'utilisation en médecine traditionnelles, en Côte d'Ivoire, des feuilles de *Turraea heterophylla* dans le traitement de diverses maladies telles que les blessures à l'estomac, la fièvre typhoïde, les diarrhées et les crises hémorroïdaires [16, 4].

4 CONCLUSION

L'étude réalisée sur les feuilles de *T. heterophylla* a concerné le tri-phytochimique, les dosages et les tests biologiques. Le tri-phytochimique réalisé à l'aide de tests de caractérisation chimique a révélé la présence de polyterpènes, stérols, alcaloïdes, saponines, polyphénols et de flavonoïdes. Aussi, cette étude montre que les feuilles de cette espèce synthétisent à la fois les polyphénols glycosylés et leurs génines (aglycones). En ce qui concerne les dosages, les résultats montrent que les extraits aqueux résiduels et acétate d'éthyle ont une plus forte teneur en polyphénols et en flavonoïdes. Enfin, les tests biologiques réalisés sur cinq (5) souches de bactéries indiquent que l'extrait méthanolique de *T. heterophylla* possède des propriétés antibactériennes.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'initiative DELTAS Africa [Afrique One-ASPIRE / DEL-15-008] pour son soutien financier.

REFERENCES

- [1] APG III,). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society, 161: 105-121, 2009.
- [2] ATIBT, (. Nomenclature générale des bois tropicaux. Paris, France, Association technique internationale des bois tropicaux (ATIBT), 152 p, 2016.
- [3] Tan, Q.-G. & Luo, X.-D. Meliaceae limonoids: chemistry and biological activities. Chemical Reviews, 111, 7437–7522, 2016.
- [4] Boua B B., Mamyrbékova-B., Akhanovna J., Kouame B A.& Bekro Y.A. Criblage phytochimique et potentiel érectile de *Turraea heterophylla* de Côte d'Ivoire. Journal of Applied Biosciences, 68, 5394 – 5403, 2013.
- [5] Yété P., A. Togbé, Y. Koudoro, P. Agbangnan, V. Ndahischimiye, T. S. Djenontin, D. Wotto, E. C. Azandegbe & D. Sohounhloue. Etude comparative des Composés of Plant Extracts for Production of Monosex Tilapia: Searching A Suitable Alternative to Synthetic Steroids in Tilapia Culture. Turk. J. Fish. Aquat. Sci., 18: 267 – 275, 2015..
- [6] Akrofi R, Extraction, Isolation et caractérisation de certains limonoïdes et composants de l'écorce de racine de *Turraea heterophylla* Smith (Meliaceae). Thèse de Doctorat, Département de Chimie de l'école des Sciences physiques, Université de Cape Côte (Ghana) 90 p, 2011.
- [7] Wagner H. Drogen analyse, Dünnschichtchromatographische Analyse von Arzneidrogen. Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, 522 p, 1983.
- [8] Harbone J. Phytochemical Methods, A guide to modern techniques of plant analysis; New York, ISBN: 0-412-57260-5, 1998.
- [9] Patricia Amenan Kouadio, Barthélemy Koffi Attioua, Faustin Aka Kabran, Brise Amian Kassi, Rosmonde Affoué Yao, Herman Kouamé Yebooue, Marcel N'dri Kasse, Ernest Kouakou Amoikon. Comparative physico-chemical study of fermented and unfermented cocoa beans from Côte d'Ivoire. International Journal of Biosciences 16 (1), (2020): 355-362. ISSN: 2222-5234, 2020.

- [10] George K.M, Chatterjee D., Gunawardana G., Welty D., Hayman J & Lee R. Mycolactone: a polyketide toxin from *Mycobacterium ulcerans* required for virulence. *Sciences*, 5, 283, (5403): 854-857,1999.
- [11] Etuaful S., Carbonnelle B & Grosset J. Efficacy of the combination rifampin-streptomycin in preventing growth of *Mycobacterium ulcerans* in early lesions of Buruli ulcer in humans. *Antimicrob Agents Chemother*, 49: 3182-3186, 2005.
- [12] Aubry J. L'infection à *Mycobacterium ulcerans*: aspects épidémiologique, cliniques et thérapeutiques. Com Insem Paris, 43p.,2006.
- [13] Silverstein RM, Webster FX, Kiemle D J. Spectrometric identification of organic compounds, seventh Edition, John Wiley & Sons, Inc, 2005.
- [14] Bouquet A. & Debray M, *Plantes médicinales de Côte-d'Ivoire*, Imprimerie Louis Jean, Paris (France), 232 p, 1974.
- [15] Lee KW, Kim YJ, Lee HJ & Lee CY. Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. *Food chemistry*, 51: 7292–7295, 2003.
- [16] N'Guessan K., Tra Bi FH & Koné MW. Étude ethnopharmacologique de plantes antipaludiques utilisées en médecine traditionnelle chez les Abbey et Krobou d'Agboville (Côte d'Ivoire). *Ethnopharmacologia*, 44: 42-50, 2009.
- [17] Bruneton J. Pharmacognosie, Phytochimie et plantes médicinales. Edition Technique et Documentation, 1120 p, 1999.
- [18] Azwanida NN A Review on the Extraction Methods Use in Medicinal Plants, Principle, Strength and Limitation. *Med Aromat Plants*, 2015.
- [19] Ponce A. G., Fritz R., Del Alle C & Roura S. I.. Antimicrobial activity of essential oil on the native microflora of organic Swiss chard. *Lebensm Wiss Technol.*, 36, 679-684, 2003.

Structure démographique de la végétation ligneuse de la forêt protégée de Baban Rafi (Sud-Niger)

[Demographic structure of woody vegetation in the protected forest of Baban Rafi (South-Niger)]

Barmo Soukaradji¹, Amani Abdou¹, Inoussa Maman Maârouhi², Ichaou Aboubacar¹, and Mahamane Ali³

¹Institut National de la Recherche Agronomique du Niger (INRAN), BP 429 Niamey, Niger

²Université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Biologie, Laboratoire Garba Mounkaila, BP: 10662 Niamey, Niger

³Université de Diffa, Institut Supérieur en Environnement et Écologie, BP: 78, Diffa, Niger

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 study aims to characterize the demographic structure of the vegetation of the protected forest Baban Rafi located in the department Madarounfa 50 km south of Maradi. The data were collected based on a forest inventory in 105 plots of 1000 m² installed on 17 transects varying in length from 1 to 5 km. Data analysis has established the list of plants, species diversity, the horizontal structure, vertical structure, and regeneration of woody plants. A total of 52 woody species distributed in 40 genera and 21 families were inventoried. The best-represented families are respectively the Combretaceae and Fabaceae-Mimosoideae. The most important species are *Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum*, and *Combretum nigricans*. The average density of woody species (994.86 ± 343.71 individuals / ha) and that of regeneration (17,092.95 ± 10,431.80 seedlings / ha) indicate a good regeneration capacity of the forest. The values of the index of Shannon and evenness Pielou are 3.8 bits and 0.68 bits respectively. The diameter structures of the woody stand and those of the dominant species show a concentration of young individuals of the class from 5 to 10 m. Those in height show a predominance of individuals of heights between 1 and 5 m. These results provide additional information on the current state of woody stands in the Baban Rafi forest and can be used in biodiversity conservation and the management of protected forests in Niger.

KEYWORDS: Population structure, woody stands, Baban Rafi forest, Niger.

RESUME: L'étude vise à caractériser la structure démographique de la végétation de la forêt protégée de Baban Rafi située dans le département de Madarounfa à 50 km au sud de Maradi. Les données ont été collectées sur la base d'un inventaire forestier dans 105 placettes de 1000 m² installées sur 17 transects de longueur variant de 1 à 5 km. L'analyse des données a permis d'établir la liste floristique, la diversité spécifique, la structure horizontale, la structure verticale et la régénération des peuplements ligneux. Au total 52 espèces ligneuses réparties dans 40 genres et 21 familles ont été inventoriées. Les familles les mieux représentées sont respectivement les Combretaceae et les Fabaceae-Mimosoideae. Les espèces les plus importantes sont *Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum* et *Combretum nigricans*. La densité moyenne des espèces ligneuses (994,86 ± 343,71 individus/ha) et celle de la régénération (17092,95 ± 10 431,80 rejets/ha) indiquent une bonne capacité de régénération de la forêt. Les valeurs de l'indice de Shannon et d'équité de Pielou sont respectivement de 3,8 bits et 0,68 bits. Les structures en diamètre du peuplement ligneux et celles des espèces dominantes montrent une concentration des individus jeunes de la classe de 5 m à 10 m. Celles en hauteur montrent une prédominance des individus de hauteurs comprise entre 1 et 5 m. Ces résultats apportent des informations complémentaires sur l'état actuel des peuplements ligneux de la forêt de Baban Rafi et peuvent être utilisés dans la conservation de la biodiversité et l'aménagement des forêts protégées au Niger.

MOTS-CLEFS: Structure démographique, peuplements ligneux, forêt Baban Rafi, Niger.

1 INTRODUCTION

L'économie du Niger est dominée par le secteur primaire (agriculture, élevage et pêche) et où l'environnement naturel fournit donc l'essentiel du potentiel productif [1]. Aujourd'hui, la péjoration climatique associée à d'autres facteurs anthropiques comme les prélèvements de bois d'énergie et de service, le surpâturage, les défrichements agricoles et les feux de brousse, ont été à l'origine de dégradations parfois profondes de cet environnement y compris celui du domaine protégé ([2], [3], [4]). Cette dégradation est également à l'origine de la régression de la densité et de la qualité des espèces ligneuses dans la zone sahélienne à telle enseigne que beaucoup d'espèces deviennent de plus en plus rares ou s'éteignent dans leur aire de distribution ([5], [6]).

Face à cette problématique, des stratégies sont menées pour la conservation des essences forestières à travers la réalisation de plan de gestion durable de ressources ou même la protection stricte des écosystèmes, par la création des aires protégées. Ainsi, afin d'optimiser les efforts de gestion, il est nécessaire que des investigations actualisées soient réalisées sur la flore et la végétation de ces types d'écosystème. Pour le cas de la forêt de Baban Rafi, plusieurs études sur l'aménagement forestier ont été menées sans se pencher sur la dynamique démographique du peuplement de la forêt ([7], [8]). Or, les données sur la structure et la diversité des ligneux sont indispensables pour disposer d'éléments indicateurs pertinents permettant d'analyser les tendances d'évolution qualitative et quantitative d'un type de végétation ([9], [10]).

L'objectif principal de cette étude est de caractériser la structure démographique de la végétation ligneuse de la forêt protégée de Baban Rafi pour une meilleure gestion de cette ressource. Spécifiquement, il s'agit de déterminer des indicateurs écologiques et dendrométriques de la végétation de la forêt et des trois principales espèces structurantes de ladite forêt que sont *Guiera senegalensis* J.F.Gmel, *Combretum micranthum* G.Don, *Combretum nigricans* var *elliotii* (Engl. Ex Diels).

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 ZONE D'ÉTUDE

L'étude a été réalisée dans la forêt protégée de Baban Rafi située dans le département de Madarounfa à 50 km au sud de la ville de Maradi. Cette forêt se situe entre les latitudes 13° et 13°20' Nord et les longitudes 6°40' et 7°30' Est et couvre une superficie d'environ 39 000 ha (Figure 1).

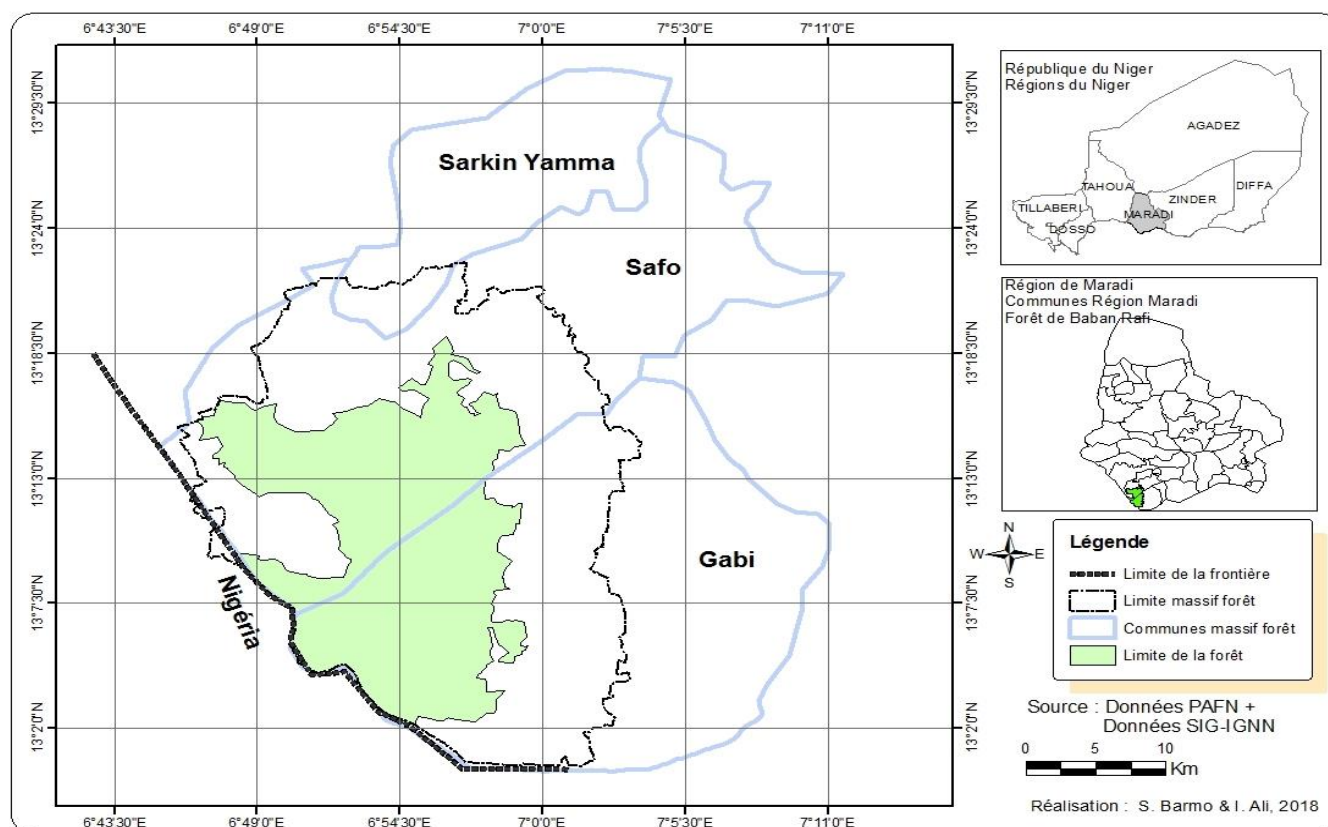


Fig. 1. Localisation de la forêt de Baban Rafi

La zone d'étude est soumise à un climat de type sahélo-soudanien caractérisé par une longue saison sèche (8 à 9 mois) et une saison des pluies (3 à 4 mois) [11]. La moyenne annuelle de la pluviométrie enregistrée de 1984 à 2015, s'élève à $501,44 \pm 67,18$ mm et les moyennes des températures moyennes maximales des mois les plus frais et chaud sont respectivement 14°C et 41°C . L'écart indique une forte variabilité de la pluviométrie entre les années (Figure 2). En effet, 17 années sont déficitaires sur les 32 ans soit environ une année sur deux.

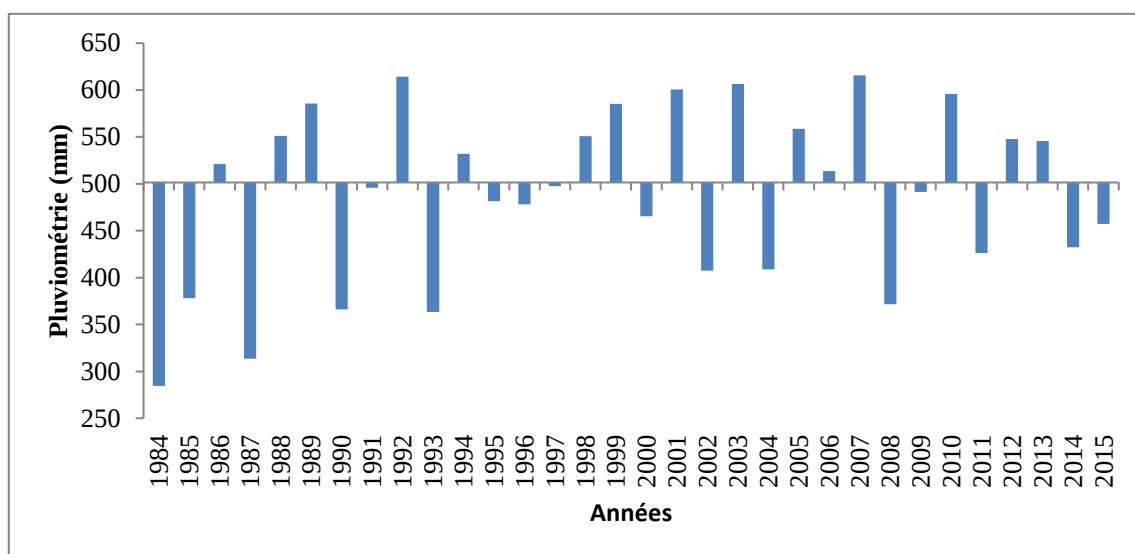


Fig. 2. Variabilité interannuelle de la pluviométrie de la zone de 1984 à 2015 (source des données: Station Météorologique de l'Aéroport de Maradi)

Sur le plan pédologique, la forêt est caractérisée par des sols ferrugineux lessivés typiques sur sable faiblement argileux, des sols ferrugineux peu lessivés à marbrure et concrétion et des placages sablo-argileux issus d'alluvions à galets [12].

La végétation naturelle de la forêt est constituée de savanes arborées, savanes arbustives et de cordons ripicoles généralement établis sur des sols ferrugineux tropicaux. Les espèces ligneuses les plus dominantes sont *Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans* var *elliotii* et *Acacia macrostachya* Reichenb. ex DC. La strate herbacée est dominée par des graminées telles que *Tripogon minimus* (A.Rich.) Hochst. ex Steud. *Schizachyrium exile* (Hochst.) Pilger. et *Cenchrus pedicellatus* (Trin.) Morrone.

L'agriculture et l'élevage constituent les principales activités économiques de la zone. A celles-ci s'ajoute également l'exploitation du bois de chauffe à travers 22 marchés ruraux de bois mis en place en 1997 à la suite du plan aménagement de la forêt de Baban Rafi. Un marché rural de bois est défini comme un site rural de vente de bois-énergie géré par une structure locale de gestion et agréée par l'administration en charge de l'environnement. Ce marché est approvisionné par une zone d'exploitation délimitée d'un commun accord entre la population locale, la structure locale de gestion et l'administration de l'environnement [13]. Les principales espèces exploitées sont *Combretum nigricans*, *Combretum Micranthum*, *Combretum glutinosum* Perr. ex DC. et *Guiera senegalensis*. La superficie des terroirs agricoles riverains de la forêt est estimée à 50439 ha représentant 62% des unités d'occupation de terre de la commune de Gabi et est essentiellement consacrée à la production céréalière [12]. A cela, s'ajoutent les cultures de niébé, arachide et sésame considérées comme des cultures de rente. L'accès aux terres reste l'une des principales préoccupations de la population locale avec les terres qui s'appauvrissent sous l'effet d'une poussée démographique galopante.

Le cheptel est estimé à environ 216700 têtes dont 35 547 têtes de bovins, 52771 têtes d'ovins, 115 060 têtes de caprins, 3128 têtes de camelins, 3 220 têtes d'équins et 6981 têtes d'asins [14]. Cette zone accueille également des troupeaux transhumants du nord-Niger et du sud Nigeria. Ainsi, il a été recensé environ 45800 têtes d'animaux pâturant à l'intérieur de la forêt [15].

2.2 DISPOSITIF D'INVENTAIRE ET COLLECTE DES DONNÉES

L'inventaire forestier a été réalisé à travers l'échantillonnage stratifié suivant des transects tel que recommandé par [16] dans la plupart des études sur les formations forestières ouvertes. Le dispositif de collecte des données est constitué de transects orientés selon la toposéquence au sein d'une station écologique considérée. Le long de chaque transect, des placettes de 1000 m² (50 m x 20 m) et équidistantes de 300 m, ont été installées comme l'ont souligné [17] pour les savanes. Au total 105 relevés installés sur 17 transects de longueur variant de 1 à 5 km ont été réalisés dans la forêt. Dans chaque relevé, la végétation a été étudiée selon les approches phytosociologiques.

Dans chaque placette, un recensement exhaustif des espèces ligneuses est effectué. Les paramètres relevés pour chaque espèce sont le nombre de tiges, le diamètre à 20 cm du sol, le diamètre à 1,3 m du sol, la hauteur totale, les deux diamètres orthogonaux de la projection du houppier au sol et la régénération. Sont considérés comme régénérations toutes les tiges et plantules dont le diamètre à 20 cm du sol est inférieur à 4 cm ([17], [18]). Elles ont été dénombrées dans chaque placette au niveau des cinq placeaux de 5 m × 5 m (25 m²) installés aux quatre angles et au milieu de la placette (Figure 3).

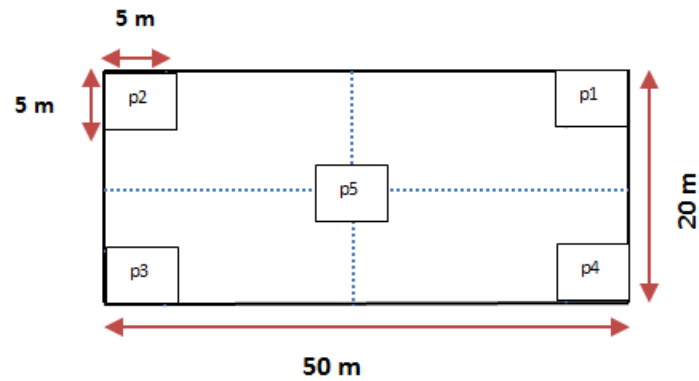


Fig. 3. Dispositif d'installation des placeaux (p) dans une placette de 1000 m²

2.3 TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNÉES

2.3.1 CALCUL DES PARAMÈTRES DENDROMÉTRIQUES ET ÉCOLOGIQUES

2.3.1.1 PARAMETRES DENDROMETRIQUES

L'analyse a consisté au calcul des paramètres dendrométriques des espèces dominantes et de l'ensemble des peuplements des forêts claires. Les paramètres estimés sont:

- La densité du peuplement (N) en nombre d'arbres/ha:

$$N = \frac{n}{s} \quad (1)$$

n étant le nombre d'individus inventoriés dans la placette, s la superficie de la placette en ha;

- Le diamètre moyen (D) en cm:

$$D = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i^2} \quad (2)$$

n étant le nombre de tiges mesurées dans la placette, d_i le diamètre à 1,30 m du sol de la tige i;

- Le recouvrement moyen (RM) en %:

$$RM (\%) = \frac{\pi \sum_{i=1}^n d_{mi}^2}{4s} \times 100 \quad (3)$$

s étant la superficie de la placette (m²), d_{mi} le diamètre moyen du houppier de l'individu i (m);

- La hauteur moyenne de Lorey (H) en m:

$$H_L = \frac{\sum_{i=1}^n g_i h_i}{\sum_{i=1}^n g_i} \quad \text{avec} \quad g_i = \frac{\pi}{4} d_i^2 \quad (4)$$

g_i étant la surface terrière en m²/ha; h_i la hauteur totale de l'individu i;

- L'indice spécifique de régénération (ISR) en%

$$ISR = \frac{\text{Effectif des jeunes plants d'une espèce}}{\text{Effectif total des jeunes plants inventoriés}} \quad (5)$$

- La surface terrière (G, en m²/ha): somme des surfaces des sections transversales de tous les tiges mesurées au niveau de la placette, ramenée à l'hectare:

$$G = \frac{\pi}{40000 s} \sum_{i=1}^n d_i^2 \quad (6)$$

d = diamètre (en cm) de l'arbre i de la placette considérée; s = 0,1 ha.

2.3.1.2 PARAMETRES ECOLOGIQUES

Les paramètres écologiques calculés sont les suivants:

- La richesse spécifique (S) en espèces: nombre total d'espèces présentes dans les forêts claires étudiées.
- L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') en bits mesure l'entropie du système sur la base des proportions observées. Il a l'avantage de tenir compte du nombre d'espèces et de l'abondance des espèces. Cet indice est souvent utilisé pour exprimer la diversité des relevés [19].

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i \quad (7)$$

$p_i = \frac{n_i}{\sum n_i}$ étant l'abondance relative de chaque espèce, n_i l'abondance de l'espèce i

Pour $H' \leq 0,5$ = diversité très faible; $H' < 2,5$ = diversité faible; $2,5 \leq H' < 4$ = diversité moyenne; $H' \geq 4$ = diversité élevée.

- L'indice d'Equitabilité de Pielou (E) en bits renseigne sur la répartition des espèces au sein d'un groupement [20]. Il est calculé à partir de la formule suivante:

$$E = \frac{H'}{\log_2 S} \quad (8)$$

S étant le nombre total d'espèces du peuplement du site.

Cet indice varie de 0 à 1. Il tend vers 0 quand une seule espèce est abondante et tend vers 1 quand les individus sont régulièrement repartis entre les espèces.

Donc, $E < 0,6$ = faible; $0,6 \leq E \leq 0,7$ = moyen; $E \geq 0,8$ = élevé

- L'indice de la valeur d'importance (IVI): c'est l'indice synthétique de Curtis et Macintosh [21] qui combine la dominance relative (Domr), la densité relative (Dr) et la fréquence relative (Fr).

$$IVI = \text{Domr} + \text{Dr} + \text{Fr} \quad (9)$$

L'IVI renseigne sur l'importance écologique d'une espèce au sein d'un peuplement. Sa valeur de 0 à 300%. Est considérée comme écologiquement importante toute espèce dont l'IVI est $\geq 10\%$ [22].

2.3.2 STRUCTURES EN DIAMÈTRE ET EN HAUTEUR

Les structures en diamètre et en hauteur ont été établies pour chaque type de parc agroforestier et comparées à la distribution théorique de Weibull à 3 paramètres (a, b et c). La fonction de densité de probabilité de la distribution $f(x)$ se présente sous la forme ci-dessous [23].

$$f(x) = \frac{c}{b} \left(\frac{x-a}{b} \right)^{c-1} \exp \left[- \left(\frac{x-a}{b} \right)^c \right] \quad (10)$$

Où x est le diamètre, la circonférence ou la hauteur des arbres et $f(x)$ sa valeur de densité de probabilité;

a = est le paramètre de position, il correspond à la valeur seuil, c'est-à-dire la plus petite valeur de diamètre ou de hauteur;

b = est le paramètre d'échelle ou de taille, il est lié à la valeur centrale des diamètres ou hauteurs des arbres du peuplement considéré;

c = est le paramètre de forme lié à la structure observée. La distribution de Weibull peut prendre plusieurs formes selon la valeur du paramètre de forme, comme le montre le Tableau 25.

Tableau 1. Forme de la distribution de Weibull selon les valeurs du paramètre c

$C < 1$	Distribution en «J renversé», caractéristique des peuplements multispécifiques ou inéquiennes
$C = 1$	Distribution exponentiellement décroissante, caractéristique des populations en extinction
$1 < C < 3,6$	Distribution asymétrique positive ou asymétrique droite, caractéristique des peuplements monospécifiques avec prédominance d'individus jeunes ou de faible diamètre.
$C = 3,6$	Distribution symétrique; structure normale, caractéristique des peuplements équiennes ou monospécifiques de même cohorte.
$C > 3,6$	Distribution asymétrique négative ou asymétrique gauche, caractéristique des peuplements monospécifiques à prédominance d'individus âgés.

L'ajustement normal de chaque structure à celle de Weibull a été vérifié au moyen du test de Kolmogorov-Smirnov. Une p -value $\geq 0,05$ indique un ajustement normal de la structure.

3 RÉSULTATS

3.1 COMPOSITION FLORISTIQUE

Au total, 10 446 individus ont été recensés et 52 espèces ligneuses inventoriées réparties dans 40 genres et 21 familles. Les familles les mieux représentées sur la base de l'indice de la valeur d'importance (IVI) sont respectivement les Combretaceae (277,52%), Fabaceae-Mimosoideae (7,12%), et Capparaceae (5,56%) et les Rubiaceae (3,80%) (Figure 4). Les autres familles représentent des IVI faibles variant de 1,12% à 0,01%.

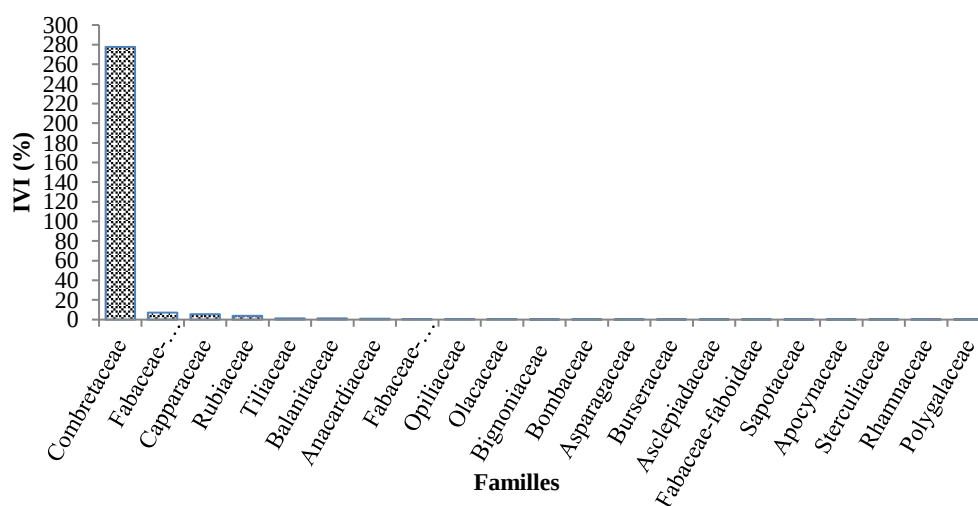


Fig. 4. Importance de familles d'espèces ligneuses en fonction de l'IVI de la forêt de Baban Rafi

L'espèce *Guiera senegalensis* possède l'indice de valeur d'importance le plus élevé (124,20) comparativement aux autres espèces. Elle est suivie des *Combretum micranthum* et *Combretum nigricans* qui ont respectivement 94,13% et 57,79% d'IVI. Les IVI des *Boscia senegalensis* et *Acacia erythrocalyx* sont respectivement de 4,21% et 4,06%. Il faut remarquer que les espèces ayant des indices de valeur d'importance élevées possèdent également des indices spécifiques de régénération élevées (Tableau 2). Certaines espèces comme *Combretum glutinosum* (0,01%), *Piliostigma reticulatum* (0,04%) et *Acacia ataxacantha* (0,04%) présentent des ISR faibles. On remarque également l'absence de rejets pour certaines espèces comme *Isoberlinia doka*, *Anogeissus leiocarpa*, *Prosopis africana* et *Bombax costatum* ayant des ISR nuls.

Tableau 2. Valeurs de l'indice de valeur d'importance et de l'indice spécifique de régénération des espèces dans la forêt Baban Rafi

Espèces	Dor	Dr	Fr	IVI	ISR
<i>Guiera senegalensis</i> J.F.Gmel	32,22	47,14	44,83	124,20	49,58
<i>Combretum micranthum</i> G.Don.	37,68	33,16	23,30	94,13	31,93
<i>Combretum nigricans</i> var <i>elliotii</i> (Engl. Ex Diels)	20,84	15,85	21,10	57,79	15,09
<i>Boscia senegalensis</i> (Pers.) Lam. Ex Poir.	0,96	0,79	2,46	4,21	0,77
<i>Acacia erythrocalyx</i> Brenan	1,87	0,75	1,45	4,06	0,52
<i>Gardenia sokotensis</i> Hutch.	0,62	0,90	1,23	2,75	0,94
<i>Acacia macrostachya</i> Reichenb. ex DC.	0,92	0,24	0,63	1,78	0,17
<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	0,69	0,07	0,35	1,11	0,03
<i>Boscia salicifolia</i> Oliv.	0,17	0,14	0,69	0,99	0,13
<i>Feretia apodanthera</i> Del.	0,19	0,19	0,57	0,95	0,19
<i>Sclerocarya birrea</i> (A. Rich.) Hochst.	0,63	0,01	0,16	0,80	0,00
<i>Opilia amentacea</i> Roxb (Guill. & Perr.) Endl. ex Walp.	0,14	0,10	0,46	0,70	0,09
<i>Prosopis africana</i> (Guill. & Pen.) Taub.	0,51	0,01	0,09	0,60	0,00
<i>Anogeissus leiocarpa</i> (DC.) Guill. Perr.	0,43	0,02	0,15	0,60	0,00
<i>Ximenia americana</i> L.	0,22	0,07	0,30	0,59	0,04
<i>Grewia flavescens</i> Juss.	0,09	0,10	0,33	0,51	0,10
<i>Acacia ataxacantha</i> DC.	0,12	0,11	0,20	0,43	0,11
<i>Combretum molle</i> R.Br. Ex G.Don.	0,20	0,03	0,17	0,40	0,01
<i>Grewia villosa</i> Willd.	0,07	0,11	0,15	0,33	0,12
<i>Combretum glutinosum</i> Perr ex DC.	0,18	0,02	0,12	0,33	0,01
<i>Grewia bicolor</i> Juss.	0,05	0,03	0,20	0,28	0,03
<i>Piliostigma reticulatum</i> (DC.) Hochst.	0,14	0,04	0,10	0,27	0,04
<i>Stereospermum kunthianum</i> Cham.	0,13	0,01	0,11	0,25	0,00
<i>Cassia sieberiana</i> DC.	0,16	0,01	0,05	0,22	0,00
<i>Bombax costatum</i> Pell. Et Vuill.	0,14	0,01	0,06	0,21	0,00
<i>Isobertlinia doka</i> Choib et Stopf	0,18	0,00	0,02	0,20	0,00
<i>Maerua angolensis</i> DC.	0,03	0,02	0,13	0,18	0,02
<i>Asparagus africanus</i> Lam.	0,02	0,03	0,11	0,15	0,03
<i>Boscia angustifolia</i> A. Rich.	0,00	0,01	0,07	0,08	0,01
<i>Terminalia avicennioides</i> Guil. & Perr.	0,06	0,00	0,01	0,07	0,00
<i>Commiphora africana</i> (A.Rich.) Engl.	0,02	0,00	0,05	0,07	0,00
<i>Acacia senegal</i> (L.) Willd.	0,01	0,01	0,05	0,07	0,01
<i>Capparis fascicularis</i> DC.	0,01	0,01	0,05	0,07	0,01
<i>Gymnema sylvestre</i> (Retz.) Schultes	0,01	0,02	0,04	0,07	0,02
<i>Entada africana</i> Guill. & Perr.	0,05	0,00	0,01	0,06	0,00
<i>Vitellaria paradoxa</i> Gaertn.	0,05	0,00	0,01	0,06	0,00
<i>Xeroderris stuhlmannii</i> (Taub.) Mendonca et E.	0,05	0,00	0,01	0,06	0,00
<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight & Arn.	0,02	0,00	0,03	0,05	0,00
<i>Strophanthus sarmentosus</i> DC.	0,01	0,00	0,03	0,05	0,00
<i>Albizia chevalieri</i> Harms.	0,02	0,00	0,02	0,04	0,00
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	0,03	0,00	0,01	0,04	0,00
<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afz.) Benth.	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00
<i>Lannea microcarpa</i> Engl. & K. krause	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00
<i>Mitragyna inermis</i> (Willd.) O. Kze	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00
<i>Gardenia ternifolia</i> Schum. & Thonn.	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00
<i>Sterculia setigera</i> Del.	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00
<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
<i>Bauhinia rufescens</i> Lam.	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
<i>Cadaba farinosa</i> Auct.	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
<i>Maerua crassifolia</i> Forsk.	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
<i>Acacia sieberiana</i> DC	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
<i>Securidaca longepedunculata</i> Fres.	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
Total	100	100	100	300	100

Dor: Dominance relative; Dr: Densité relative; Fr: fréquence relative; IVI: Indice de la valeur d'importance; ISR: indice spécifique de régénération

3.2 PARAMÈTRES DENDROMÉTRIQUES ET ÉCOLOGIQUES

Les paramètres dendrométriques calculés sont résumés dans le tableau 3. La densité moyenne des ligneux est de $994,86 \pm 343,71$ individus à l'hectare. Ce peuplement est dominé par les Combretaceae notamment *Guiera senegalensis* (446 individus/ha), *Combretum micranthum* (232 individus/ha) et *Combretum nigricans* (210 individus/ha). Ces espèces enregistrent la plus grande contribution en surface terrière (90,74%). La densité moyenne des tiges est de $18576,48 \pm 10309,56$ tiges/ha. Celle de régénération des espèces est de $17092,95 \pm 10431,80$ rejets/ha attestant une bonne capacité de régénération de la forêt. La hauteur moyenne de Lorey est de $3,1 \pm 0,66$ m. Concernant les paramètres écologiques, la richesse spécifique est de 52 espèces ligneuses. La valeur de l'indice de Shannon est de 3,8 bits et équitabilité de Pielou est égale à 0,68 bits.

Tableau 3. Paramètres dendrométriques du peuplement

Paramètres	Valeurs
Densité moyenne d'individus (individus/ha)	$994,86 \pm 343,71$
Densité moyenne des tiges (tiges/ha)	$18576,48 \pm 10309,56$
Recouvrement moyen (%)	$48,08 \pm 18,57$
Diamètre moyen (cm)	$13,09 \pm 4,09$
Surface terrière (m ²)	$1,72 \pm 0,60$
Densité moyenne de régénération (rejets/ha)	$17\ 092,95 \pm 10\ 431,80$
Hauteur moyenne de Lorey (m)	$3,1 \pm 0,66$

3.3 STRUCTURES DÉMOGRAPHIQUE

La structure démographique de l'ensemble des ligneux recensés dans la forêt de Baban Rafi et celles de trois (3) espèces ligneuses les plus écologiquement importantes (selon la valeur de leur IVI et de ISR) ont été décrites à travers l'établissement des structures en diamètre et en hauteur (Figures 5 et 6). Ainsi, la structure en diamètre du peuplement de la forêt présente une allure en "J renversée", avec des valeurs du paramètre de forme, c de la distribution de Weibull supérieur à 1 (Figure 5a). Cette structure est caractéristique d'un peuplement avec prédominance d'individus jeunes ou de faible diamètre. On note ainsi, qu'à l'échelle de tout le peuplement, les individus de faible diamètre compris entre 5 et 10 cm ($5\text{ cm} \leq d < 10\text{ cm}$) sont largement les plus dominants mais les individus de diamètre supérieur présentent une très faible proportion.

Par ailleurs, la distribution en diamètre de ces trois espèces (*Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans*) est traduite par des courbes d'évolution en J renversé caractéristiques des peuplements avec prédominance d'individus jeunes ou de faible diamètre (Figures 5b, 5c et 5d). Les classes de diamètre (cm) les plus représentées sont [5_10 [représentant 97,31% pour *Guiera senegalensis*, 92,88% pour *Combretum micranthum* et 85,16% pour *Combretum nigricans*. Les gros individus des diamètres supérieurs à 20 cm sont presque absents.

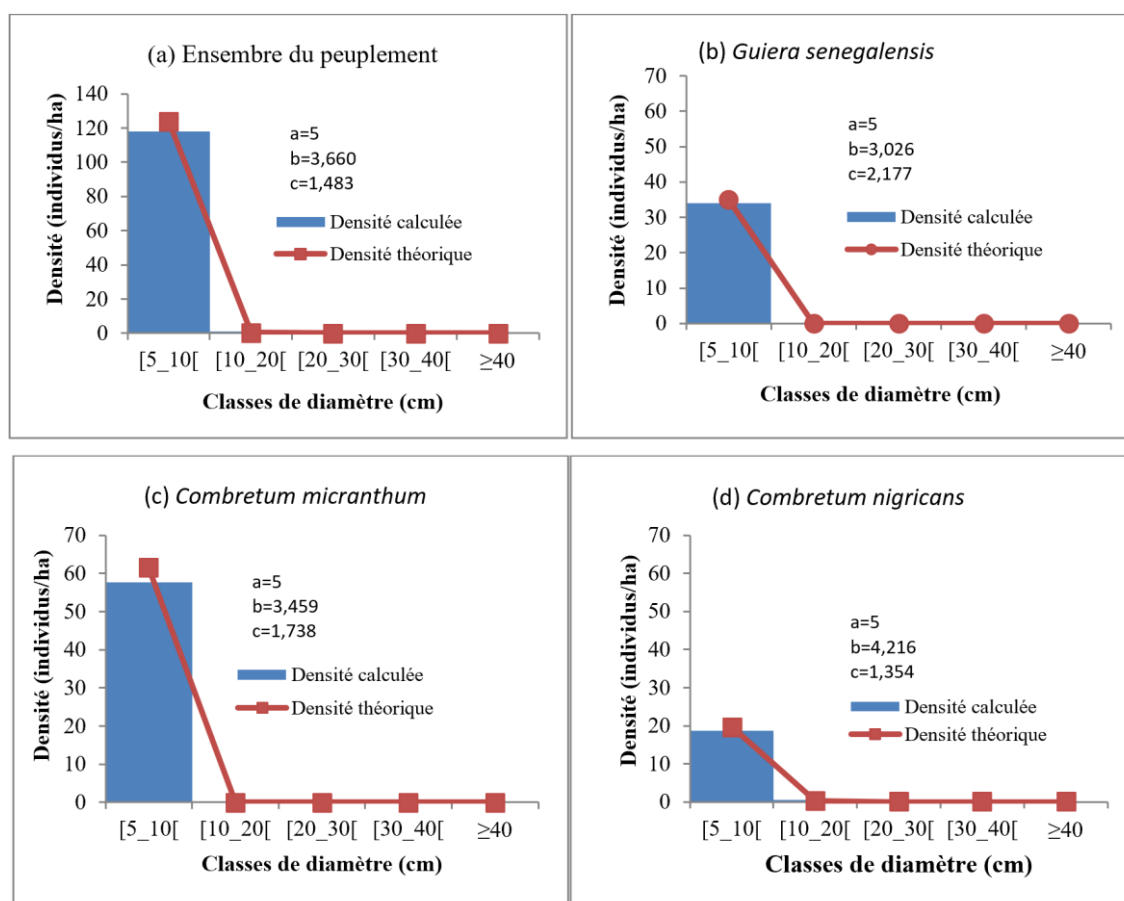


Fig. 5. Structure démographique des essences ligneuses par classes de diamètre: a) ensemble du peuplement ligneux; b) *Guiera senegalensis*; c) *Combretum micranthum*; d) *Combretum nigrans*

Pour la structure en hauteur, la distribution de ces espèces ainsi que celles de l'ensemble du peuplement ligneux de la forêt montre plutôt une distribution asymétrique droite, avec des valeurs du paramètre de forme, c de la distribution de Weibull supérieur à 1 caractéristique des peuplements à prédominance d'individus jeunes (Figure 6). Ainsi, plus de 90% des individus *Combretum micranthum* et de *Combretum nigrans* ont une hauteur comprise entre 1 m et 5 m contre 80% de ceux de *Guiera senegalensis* ce qui traduit la prédominance du port arbustif ou arbustif buissonnant de ces espèces.

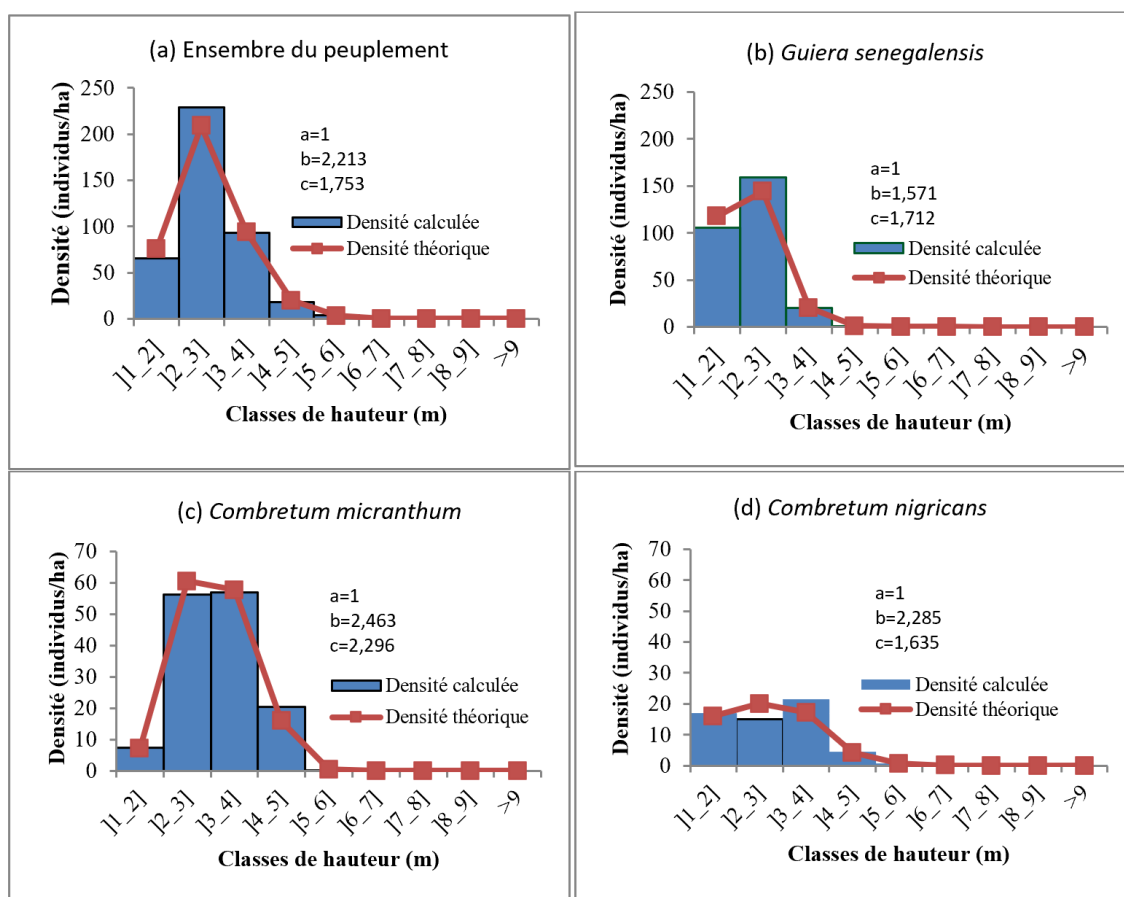


Fig. 6. Structure démographique des essences ligneuses par classes de hauteur: a) ensemble du peuplement ligneux; b) *Guiera senegalensis*; c) *Combretum micranthum*; d) *Combretum nigricans*

4 DISCUSSION

L'analyse de la structure démographique de la végétation de la forêt de Baban Rafi a été réalisée à partir d'un inventaire forestier au cours duquel 105 placettes (de 1000 m² chacune) ont été installées. Les Combretaceae occupent 89,69% des individus recensés. Cette dominance des Combretaceae a été rapportée par plusieurs études menées au Sahel notamment celles de [24] dans la réserve de Tamou, [25] et [26] dans le parc W du Niger, [27] dans les parcours de la région de Maradi et [28] dans la forêt Communautaire d'Edouwossi-Cope au Togo. Cette occupation progressive d'espaces par les Combretaceae et notamment de *Guiera senegalensis* et *Combretum micranthum* désignée sous le terme de combrétinisation [29] a été signalée dans la Réserve de biosphère du Ferlo du Sénégal.

La densité moyenne des individus inventoriés dans les unités d'échantillonnage est de 994,86 individus/ha dont les 3 espèces (*Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans*) représentent 89,23%. Cette densité est similaire à celle obtenue par [30] dans la zone. Par contre, elle est inférieure à celle calculée par [25] dans le Parc National du W. La différence pourrait être liée d'une part à l'exploitation du bois d'énergie opérée au niveau des marchés ruraux de bois et d'autre part à l'émondage et au broutage sévères et fréquents.

Le taux moyen de recouvrement de la forêt est de 48,08% dont 20,12% pour *Combretum micranthum*, 15,41% pour *Guiera senegalensis* et 7,46% pour *Combretum nigricans*. On remarque que plus de 2/3 de ce recouvrement est issu de ces 3 espèces. L'analyse de la densité moyenne de régénération met en évidence une nette dominance des espèces *G. senegalensis* (8474,76 rejets/ha), *C. micranthum* (5456,95 rejets/ha) et *C. nigricans* (2579,52 rejets/ha). Ces espèces occupent ainsi plus de 90% de la régénération du massif. Ces résultats s'expliquent par le fait que ces espèces sont capables de se régénérer même après une coupe [29] d'une part et ont des fruits aillés facilement disséminés par anémochorie et hydrochorie ([31], [32]) d'autre part. Ces espèces résistent également au manque et à l'insuffisance des pluies, mais aussi aux fortes températures [33].

La rareté ou l'absence des individus juvéniles pour certaines espèces ayant des ISR faibles ou nuls comme *Isoberlinia doka*, *Anogeissus leiocarpa*, *Prosopis africana* et *Bombax costatum* est inquiétante pour la conservation. Outre les impacts des activités humaines, le facteur climatique pourrait expliquer l'absence ou la faible régénération de ces espèces. En effet, plusieurs études ont montré les impacts négatifs de la sécheresse sur la végétation ([10], [34], [35]). En Afrique subsaharienne, certaines études ont

également mis évidence que les sécheresses répétées dans les années 1970 et 1980 ont entraîné la mortalité des espèces ligneuses des écosystèmes sensibles ([36], [37]). Ce phénomène peut à moyen ou long terme affecter radicalement la pérennité de ces espèces et par conséquent celle des écosystèmes qu'elles caractérisent. Face à cette situation des mesures de conservation doivent être prioritaires.

La surface terrière ($1,72 \text{ m}^2/\text{ha}$) est supérieure à celle obtenue par [38] dans les forêts classées de Dan Kada ($0,76 \text{ m}^2/\text{ha}$). Par contre, elle est plus faible que celles trouvées par [39] dans la forêt classée de Tientergou au Niger ($2,13 \text{ m}^2/\text{ha}$) et [40] dans deux forêts classées au Burkina ($15,92 \text{ m}^2/\text{ha}$). Quant à la hauteur de Lorey de 3,1 m, elle confirme le caractère arbustif de la forêt.

La valeur de l'indice de Shannon (3,81 bits) est également assez appréciable comparativement aux celles trouvées par [25] dans le Parc National de W (2,44 bits) et par [41] dans la forêt classée d'Agbo en Côte d'Ivoire (3,78 bits). Cet indice indique que la diversité des espèces au sein de la forêt est moyennement riche. Quant à la valeur de l'indice d'équitabilité de Pielou (0,68 bits), elle est comparable à celles obtenues dans le Parc National de W [25] et dans la forêt classée d'Agbo [41]. Elle révèle l'existence d'un certain nombre des espèces qui dominent les autres. Ce sont ces espèces arbustives (*G. senegalensis*, *C. micranthum* et *C. nigricans*) qui structurent d'ailleurs la physionomie de la forêt.

Les résultats de la distribution en classes de diamètre de 4 cm d'amplitude et des hauteurs de 1m d'amplitude de l'ensemble du peuplement et des trois espèces les plus écologiquement importantes que sont *G. senegalensis*, *C. micranthum* et *C. nigricans* ont mis en évidence des structures en J renversé caractéristiques des peuplements avec prédominance d'individus jeunes ou de faible diamètre. L'abondance des individus de faible diamètre assurent l'avenir de la formation naturelle. Plus de 80% des individus du peuplement ligneux et de *C. micranthum*, de *G. senegalensis* et de *C. nigricans* ont une hauteur inférieure à 5 m ce qui indique la prédominance du port arbustif ou arbustif buissonnant de ces espèces.

5 CONCLUSION

L'étude sur la caractérisation de la dynamique démographique a contribué à une meilleure connaissance de la composition floristique et de la structure des peuplements ligneux dans la Forêt de Baban Rafi. Elle a aussi montré que la flore ligneuse de la forêt est riche d'au moins 52 espèces réparties en 21 familles. Les familles les plus représentatives sur la base de l'indice de la valeur d'importance sont les Combretaceae, les Fabaceae-Mimosoideae et les Caparaceae. Les espèces les plus écologiquement importantes sont par ordre *Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans* et *Boscia senegalensis*. L'analyse de la structure globale révèle une structure stable avec une proportion importante des sujets des petits diamètres. Ainsi, la présence d'une densité élevée des jeunes individus devait assurer l'avenir du peuplement. Mais la faible capacité de régénération de certaines espèces peut perturber à long terme la dynamique du massif. Ces résultats peuvent constituer des informations précieuses et utiles dans la recherche de meilleurs outils de gestion et d'aménagement des écosystèmes en faveur de la conservation de la biodiversité dans les aires protégées.

REFERENCES

- [1] M. Djibo, Intégration des populations riveraines dans la gestion du parc national du W du Niger, mémoire d'études spécialisées en gestion des ressources animales et végétales en milieux tropicaux, ULG; Gembloux; 2004, 66p.
- [2] B. Tasila, Mark W. Schwartz et Tim Caro, Woody vegetation structure and composition along a protection gradient in a miombo ecosystem of western Tanzania Forest Ecology and Management, 230 179–185, 2006,.
- [3] B. Sambou, Evaluation de l'état, de la dynamique et des tendances évolutives de la flore et de la végétation ligneuses dans les domaines soudanien et subguinéen au Sénégal, Thèse de doctorat, Université Cheikh Anta Diop, 2004, 248p.
- [4] P. Gonzalez, C.J. Tucker, H. Sy, Tree density and species decline in the African Sahel attributable to climate. Journal of Arid Environments, 78: 55-64, 2012.
- [5] M. Larwanou, M. Saadou, Biodiversity of ligneous species in semi-arid to arid zones of south-western Niger according to anthropogenic and natural factors. Agriculture, Ecosystems and Environment, 105 (2005) 267 – 271.
- [6] S. Ganaba, Caractérisation, utilisations, tests de restauration et gestion de la végétation ligneuse au Sahel, Burkina Faso. Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles, Université Cheikh Anta Diop, 2008, 287p.
- [7] Projet Energie II -Energie Domestique, Le Schéma Directeur d'Approvisionnement en Bois-Energie de Maradi, Niger, 1993, 127p.
- [8] Projet Aménagement des Forêts Naturelles (PAFN), Plan d'aménagement actualisé de la forêt de Baban Rafi Sud. Niger, 2003, 75p.
- [9] A. Ouédraogo, Diversité et dynamique de la végétation ligneuse de la partie orientale du Burkina Faso. Thèse de doctorat, Univ. Ouagadougou, 2006, 196p.
- [10] B. Morou, Impacts de l'occupation des sols sur l'habitat de la girafe au Niger et enjeux pour la sauvegarde du dernier troupeau de girafes de l'Afrique de l'Ouest Thèse de doctorat de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, 2010, 184p.
- [11] A. Ichaou, La caractérisation des formations des bas-fonds et de plaines sableuses: un préalable pour une meilleure connaissance de leur dynamique de régénération. MHE/LCD. PAFN, Niamey/Niger, 2004, 91p.

- [12] A. Mahamane, S. Mahamane, B. Yacoubou, A. Issaka, A. Ichaou, K. Saley, Analyse diachronique de l'occupation des terres et caractéristiques de la végétation dans la commune de Gabi (région de Maradi, Niger). *Sécheresse*. 18 (4) 296-304, 2007. DOI: 10.1684/sec.2007.0105.
- [13] B. Alain B. Nouvelle politique forestière et marchés ruraux de bois-énergie au Niger: le transfert de la gestion locale des ressources ligneuses aux communautés Rurales. *Cahier Agricultures*. 4: 185-193, 1995.
- [14] Ministère de l'Elevage (MEL), Evolution du cheptel nigérien: Statistiques sur l'élevage au Niger, 2015, 76p.
- [15] A. Ichaou, Conduite test du protocole régional de suivi environnemental au Niger et au sein des formations forestières des plaines sableuses de Baban Rafi Sud (Maradi-Niger), CRC/PREDAS, 2009, 88p.
- [16] G. Boudet, Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères (4^e édition révisés) - Manuels et précis d'élevage IEMVT, 1981, 266p.
- [17] A. Mahamane, M. Saadou, Méthode d'étude de la flore et de la végétation tropicale. Project SUNEU. Actes de l'Atelier sur l'Harmonisation des Méthodes, 2008, 83p.
- [18] J. Poupon, Structure dynamique de la strate ligneuse d'une steppe sahélienne au nord du Sénégal. ORSTOM, Paris, France, 1980.
- [19] B.T.A. Vroh, Y.C.Y. Adou, D. Kouamé, D.H. N'da & K.E. N'guessan, Diversités Floristique et Structurale sur le Site d'une Réserve Naturelle Volontaire à Azaguié, Sud-est de la Côte d'Ivoire. *European Journal of Scientific Research*, 45 (3): 411-421, 2010.
- [20] E.C. Piélou, Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *J. Theor. Biol.*, 10: 370-383, 1966.
- [21] J.T. Curtis, and R.P. McIntosh, The Interrelations of Certain Analytic and Synthetic Phytosociological Characters. *Ecology*, 31, 434-455, 1950. <http://dx.doi.org/10.2307/1931497>.
- [22] J.M. Reitsma, Forest Vegetation in Gabon. Tropenbos Technical Series 1, Tropenbos Foundation: The Netherlands; 1988, 142p.
- [23] J. Rondeux, La mesure des peuplements forestiers. Presses agronomiques de Gembloux, 1999, p 522.
- [24] A. Amani, Croissance et potentiel de séquestration de carbone de quatre espèces de Combretaceae en zone sahélienne et nord-soudanienne au Niger (Afrique de l'Ouest). Thèse de Doctorat en biologie et écologie végétales, Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger, 2016, 184p.
- [25] M. Inoussa, Dynamique des forêts claires dans le Parc National de W du Niger, Thèse de doctorat de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger, 2011, 93p. + Annexes.
- [26] A. Diouf, Influence du régime des feux d'aménagement sur la structure ligneuse des savanes nord-soudanienues dans le Parc du W (Sud-Ouest NIGER). Thèse de doctorat, Université libre de Bruxelles, 2012, 201 p + Annexes.
- [27] A. Alhassane, I. Chaibou, S. Karim, I. Soumana, A. Mahamane et M. Saadou, Flore et structure des peuplements ligneux des pâturages naturels de la région de Maradi, Niger, *Afrique SCIENCE* 14 (5) (2018) 171 – 189, 2018.
- [28] F. Folega, H. Pereki, A.Y. Woegan, M. Dourma, W. Atakpama, M.S. Maza, K. Akpagana, Caractérisation écologique de la forêt Communautaire d'Edouwossi-Cope (région des plateaux-Togo), *J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo)*, 19 (3): 47-61, 2017.
- [29] D. Ngom, T. Fall, O. Sarr, S. Diatta et L.E. Akpo, Caractéristiques écologiques du peuplement ligneux de la réserve de biosphère du Ferlo (Nord Sénégal). *Journal of Applied Biosciences*, 65: 5008 – 5023, 2013.
- [30] S.A. Sama. Fonctionnement, dynamique et capacité de séquestration du carbone de l'espèce *Combretum micranthum* G. Don aux échelles stationnelles de la forêt de Baban Rafi (Niger), Mémoire Master II, Université de Maradi, 2017, 120p.
- [31] O. Ouedraogo, Phytosociologie, dynamique et productivité de la végétation du parc national d'Arly (Sud-Est du Burkina Faso). Thèse de doctorat de l'Université de Ouagadougou, 2009, 188p.
- [32] R. Bellefontaine, Pour de nombreux ligneux, la reproduction sexuée n'est pas la seule voie: analyse de 875 cas. *Sécheresse*, 16 (4): 315-317, 2005.
- [33] O. Savadogo, M.K. Ouattara, S. Pare, I. Ouedraogo, K.S. Sawadogo, J. Barron et N.P. Zombre. Structure, composition spécifique et diversité des ligneux dans deux zones contrastées en zone Sahélienne du Burkina Faso, 2016, *Vertigo* 16 (1) (2016), URL: <http://vertigo.revues.org/17282>.
- [34] H. Diallo, I. Bamba, Y. S. S. Barima, M. Visser, A. Ballo., A. Mama., I. Vranken I., M. Maïga et J. Bogaert, Effets combinés du climat et des pressions anthropiques sur la dynamique évolutive de la végétation d'une zone protégée du Mali (Réserve de Fina, Boucle du baoulé), *Sécheresse*, 22 (2) 97-107, 2011. DOI: 10.1684/sec.2011.0306.
- [35] M.B.K. Darkoh, Regional perspectives on agriculture and biodiversity in drylands of Africa. *Journal of Arid Environments*, 54: 261-79, 2003.
- [36] M. Koné, A. Aman, A. C. Y. Yao, L. Coulibaly et K. E. N'Guessan, Suivi diachronique par télédétection spatiale de la couverture ligneuse en milieu de savane Soudanienne en Côte d'Ivoire, *Télédétection*, vol. 7, pp. 433-446, 2007.
- [37] A. Kossi, R. Bellefontaine, K. Kokou, Les forêts claires du Parc national Oti-Keran au Nord-Togo: structure, dynamique et impacts des modifications climatiques récentes, *Secheresse*, 20: 394-6, 2009. doi: 10.1684/sec.2009.0211.
- [38] H. Abdourhamane, B. Morou, H. Rabiou, et A. Mahamane, Caractéristiques floristiques, diversité et structure de la végétation ligneuse dans le Centre-Sud du Niger: cas du complexe des forêts classées de Dan kada Dodo-Dan Gado. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7 (3): 1048-1068, 2013.
- [39] R.J. Peltier, H. Dessard, R. Gado Alzouma, A. Ichaou, Bilan après quinze ans de gestion communautaire d'une forêt villageoise de l'Ouest nigérien. *Sécheresse*, 20 (4): 383-387, 2009.
- [40] S. Paré, Land use dynamics, tree diversity and local perception of forest decline in southern Burkina Faso, West Africa. Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Forest Sciences, Department of Forest Genetics and Plant Physiology, 2008, 78p.
- [41] A.E. N'guessan & J.K. N'Dja, Analyse de la diversité floristique de la forêt classée d'Agbo (Côte d'Ivoire), *European Scientific Journal* 14 (5) 346-357, 2018: Doi: 10.19044/esj.2018.v14n9p346.

Triphytochemistry and effects of aqueous and hydro-ethanolic extracts of *Spathodea campanulata* P.beauv. (Bignoniaceae) on blood-sugar level and markers of pancreatitis in type 2 diabetic rats

Koulai Diane¹, Dombia Idrissa^{1,2}, Yeo Sounta Oumar¹, M'boh Gervais Melaine³, Kipré Gueyraud Rolland², and Djaman Allico Joseph^{2,3}

¹Food and Bioproducts Processes Laboratory, Agronomic, Forestry and Environmental Engineering Department, University of Man, PO Box 20 Man, Côte d'Ivoire

²Biochemical Pharmacodynamic Laboratory, Biosciences Department, Felix Houphouët-Boigny University, PO Box 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire

³Biochemical Laboratory of Pasteur Institute of Ivory Coast, PO Box 490, Abidjan 01, 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: The objective of this study was to perform triphytochemistry and to evaluate the effect of aqueous (AqE) and hydroethanol (EthE) extracts of *Spathodea campanulata* on blood glucose and pancreatitis markers in streptozotocin (STZ) - induced diabetic male rats. *S. campanulata* P. beauv, is a plant belonging to the Bignoniaceae family which is traditionally used for the treatment of diabetes, malaria and schistosomiasis. In a first step, we performed triphytochemistry of the extracts which showed that the aqueous and hydroethanolic extracts of the barks are rich in polyphenols, flavonoids, saponosides, alkaloids, sterol-polyterpenes, tannins but relatively poor in quinones. In a second phase, this study consisted in evaluating the effects on glycaemia and markers of pancreatitis of AqE and EthE of *S. campanulata* administered to 46 male rats of the Wistar strain divided into 9 batches of four male rats made diabetic each by intraperitoneal injection of a single dose of 60 mg/kg/bw of STZ. After 28 days of treatment with 200, 400 and 800 mg/kg/bw of *S. campanulata* AqE and EthE, blood glucose, alpha amylase and lipase activities were significantly decreased with both extracts.

KEYWORDS: *Spathodea campanulata*; blood glucose; pancreas marker; type 2 diabetes.

RESUME: Cette présente étude est réalisée avec *S. campanulata* P. beauv, une plante appartenant à la famille des Bignoniaceae. Elle couramment utilisée pour le traitement du diabète, du paludisme et de la schistosomiase. Cette étude vise à évaluer l'effet des extraits aqueux (EAq) et hydroéthanolique (EEth) de *Spathodea campanulata* pendant 28 jours, la glycémie et les marqueurs pancréatiques chez des rats mâles rendus diabétiques par le streptozotocine (STZ). Dans un premier temps, notre étude a porté sur un Triphytochimie de nos extraits. Elle a montré que les extraits aqueux et hydroéthanolique des écorces de la plante sont riches en polyphénols, en flavonoïdes, en saponosides, en alcaloïdes, en stéréols-polyterpens, en tanins mais relativement pauvre en quinones. Dans un second temps, cette étude consistait à démontrer les propriétés anti-hyperglycémiantes des EAq et EEth de *Spathodea campanulata* administré à 46 rats mâles de la souche Wistar répartis en 9 lots de quatre rats mâles rendus diabétiques chacun par injection intra péritonéale de 60mg/kg de poids corporel (dose unique) de la STZ. Pendant 28 jours de traitement par voie orale avec les EAq et EEth de *Spathodea campanulata* à des dose 200, 400, 800 mg/kg/pc, la glycémie et l'activité de l'alpha amylase et de la lipase ont diminué de manière significative de J0 à J28 avec les deux extraits de plante.

MOTS-CLEFS: *Spathodea campanulata*; glycémie; Marqueur du pancréas; Diabète de type 2.

1 INTRODUCTION

Type 2 diabetes, often referred to as adult diabetes or insulin-independent diabetes, is characterized by a state of insulin resistance accompanied by a dysfunction of insulin secretion. It accounts for 85% of diabetics and has been considered in recent years as one of the scourges of the third millennium [1]. It is a disease that in recent years has continued to spread throughout the world. This is the first pandemic in the world that is not linked to an infectious disease. However, the difficulty of accessing primary health care and the limited financial means of the population lead 80% of the population to resort to medicinal plants for treatment [2]. Indeed, several herbal remedies are proposed by traditional therapists to treat type 2 diabetes.

This is the case of *Spathodea campanulata* P. Beauv, a plant belonging to the family Bignoniaceae. It is commonly used for the treatment of diabetes, malaria and schistosomiasis. Many studies have described the use of different plant organs of *Spathodea campanulata* P. Beauv in traditional medicine. Rajesh et al. in 2010 demonstrated that the ethanolic extract of the flowers of *S. campanulata* was more active than that of the leaves on both Gram+ and Gram- bacteria strains [3]. He attributed this activity to the presence of flavonoids and tannins. Tanayen et al, (2016) identified the secondary metabolites and demonstrated the antidiabetic activity of methanolic extract of *S. campanulata* trunk barks, while Wagh and Butle in 2018 in a review article reviewed the chemical and pharmacological profile of extracts of different parts of *S. campanulata* and they noted the antibacterial activity of different bark extracts of this plant on many bacterial strains [4,5]. Later, Wagh et al. in 2019 demonstrated the antihelminthic activity of methanolic extract of *S. campanulata* leaves on adulterated earthworms [6].

The present work focuses on the effect of aqueous and ethanolic extracts of *Spathodea campanulata* barks on lipaemia, amylaemia and anti-hyperglycaemic activity in rats made diabetic by streptozotocin.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 MATERIALS

2.1.1 PLANT MATERIAL

The plant material consisted of *Spathodea campanulata* bark. These barks were harvested, cut and dried in the sun at room temperature (25-30°C) for four weeks, before being ground into a fine powder using a mechanical grinder. Then stored in glass vials in a dark and dry place for use.

2.1.2 ANIMAL MATERIAL

The in vivo study was carried out on 90-day-old male wistar rats weighing between 150 and 250 g (at the start of the experiment). The animals were housed in the vivarium of the Ecole Nationale Supérieure of Abidjan (ENS) in plastic cages with stainless steel lids (36cm x25cm) lined with wood shavings where they had free access to water and food. The cages were equipped with a label that indicated the name of the batch, the treatment and the dates of the experiments. Prior to their use, the rats underwent a 7-day adaptation period in the animal house at a constant temperature (22 ± 2) °C and were subjected to a 12/12h light/dark cycle to respect their biological clock. They were treated in accordance with the principles and guidelines set out in the Manual on the Care and Use of Experimental Animals. Individual identification of the rats was done by tail numbering with a permanent marker.

2.2 METHODS

2.2.1 PREPARATION OF EXTRACTS

The preparation of the total aqueous, hydro-ethanolic extracts was done according to the method of Zirihi et al. in 2003 by homogenization using a blender [7]. The extracts were obtained from 100 g of powder and 1 L of solvent (distilled water and 70% ethanol) which were homogenized in a blender. After 15 min of homogenization, the homogenate obtained was collected in a white (clean) cloth square and squeezed by hand by applying strong pressure. The collected solution was filtered twice on cotton wool and then on Whatman 3 mm filter paper. Aliquots of the filtrate were placed in a drier at 40°C for 48 hours for the aqueous extract and at 50°C for 24 hours for the hydroethanol extract.

The output of the different extracts was obtained by the following formula:

$$\text{Output (\%)} = \frac{\text{Mass of the extract obtained}}{\text{Mass of initial powder}} \times 100$$

2.2.2 TRIPHYTOCHEMISTRY

Phytochemical sorting is a method of characterising the main chemical groups such as sterols, polyterpenes, alkaloids, tannins, polyphenols, flavonoids, quinones, anthocyanins, leuco-anthocyanins and saponins. These compounds were highlighted using appropriate reagents that reacted with chemical compounds to give specific colours or precipitates that attested to the presence or otherwise of the molecules in the different extracts (aqueous and hydroethanol extracts). This experiment was carried out according to the protocol of Bekro et al (2007) with some modifications [8].

SEARCH FOR STEROLS AND POLY TERPENES BY THE LIEBERANN REACTION

We evaporated to dryness without charring the residue in a capsule on the sand bath, 5 mL of each solution and dissolved the residue hot in 1 mL acetic anhydride and poured the solution into a test tube. Then we carefully poured 0.5 mL of concentrated sulphuric acid down the wall of the tube. The appearance of a purple ring at the interphase, turning blue and then green, indicates a positive reaction. We performed this test with a chloroformic control solution of cholesterol.

SEARCH FOR POLYPHENOLS BY THE FERRIC CHLORIDE REACTION

To 2 mL of each solution we added a drop of 2% alcoholic ferric chloride solution. The ferric chloride caused a blackish-blue colouration in the presence of the polyphenolic derivatives. The control was carried out with an alcoholic solution of gallic acid.

RESEARCH OF FLAVONOIDS BY THE CYANIDIN REACTION

We evaporated 2 mL of each solution to dryness in a capsule. After cooling, we took the residue with 5 mL of half strength hydrochloric alcohol. We poured the solution into a test tube and added 2 magnesium chips. The pink-orange coloration was obtained. The addition of 3 drops of isoamyl alcohol, which intensified this coloration, confirmed the presence of flavonoids. The control was carried out with an alcoholic solution of quercetin. We evaporated to dryness in a 5 mL capsule of each solution, adding 15 mL of STIASNY reagent to the residue. We kept the mixture in a water bath at 80° for 30 min. After cooling, there is a precipitation in large flakes which characterises the presence of catechic tannins.

SEARCH FOR GALLIC TANNINS

We filtered the solution obtained in the search for catechic tannins, then the filtrate was collected and saturated with sodium acetate. We added 3 drops of 2% FeCl₃ which caused the appearance of an intense blue-black coloration demonstrating the presence of gallic tannins.

SEARCH FOR FREE OR COMBINED QUINONES

We evaporated to dryness in a 2 mL capsule of each solution and then triturated the residue in 5 mL of 1/5 hydrochloric acid. In a test tube we heated the solution for half an hour in a boiling water bath. After cooling, we extracted the hydrolysate with 20 mL of chloroform into a test tube. Then we collected the chloroform phase in another test tube and added 0.5 mL of ammonia diluted by 1/2. The appearance of a red to purple colouration indicated the presence of quinones.

TESTING FOR ALKALOIDS

To test for alkaloids, DRAGENDORFF's reagent was used. We evaporated to dryness in a 6 mL capsule of each solution and recovered the residue with 6 mL of alcohol at 60°C. In a tube, we added 2 drops of DRAGENDORFF reagent and observed the appearance of an orange coloration indicating the presence of alkaloids.

TESTING FOR SAPONOSIDES

In a test tube of 160 mm high and 16 mm in diameter we put 15 mL of the dissolved extract. We shook vigorously for 10 s and let it stand for 10 min. The persistence of foam of more than 4 mm height indicates the presence of saponosides.

2.2.3 EVALUATION OF HYPOGLYCAEMIC ACTIVITY AND PANCREATIC MARKERS OF SPATHODEA CAMPANULATA EXTRACTS

GLUCOSE ASSAY

The evolution of blood glucose levels in the different batches of rats was monitored from the first day of treatment (D0) until the end of treatment (D28).

INDUCTION OF DIABETES

The animals were deprived of food for 16 hours, but were provided with free water. They received a single intraperitoneal dose of 60 mg/kg bw of freshly prepared streptozotocin solution. After induction, the rats were given anhydrous glucose solution (5%) overnight to overcome the hypoglycaemic shock induced by the action of streptozotocin. Seventy-two hours (72 h) after injection.

ANIMAL GROUPS

After induction of diabetes, the rats were divided into 9 batches of 4 rats and fasted for 18 hours prior to experimentation. This test was performed as follows:

Batch 1; normal controls (NC): healthy rats were given 10 mL of distilled water solution;

Batch 2; positive controls: hyperglycaemic rats treated with a reference anti-diabetic drug received 10 ml/kg bw of glibenclamide

Batch 3; negative controls: untreated hyperglycaemic rats received 10 mL of distilled water solution;

Batch 4; 800 AqE: diabetic rats received the aqueous solution of *Spathodea campanulata* administered at a dose of 800mg/kg bw respectively

Batch 5; 400 AqE: diabetic rats received the aqueous solution of *Spathodea campanulata* administered at a dose of 400 mg/kg bw respectively

Batch 6; 200 AqE: diabetic rats received the aqueous solution of *Spathodea campanulata* administered at a dose of 200 mg/kg bw, respectively;

Batch 7; 800EthE: diabetic rats received the hydroethanol solution of *Spathodea campanulata* administered at a dose of 800 mg/kg bw, respectively

Batch 8; 400EthE: diabetic rats received *Spathodea campanulata* hydroethanol solution at a dose of 400 mg/kg bw, respectively

Batch 9; 200EthE: diabetic rats received *Spathodea campanulata* hydroethanol solution at a dose of 200 mg/kg bw, respectively

BLOOD SAMPLING IN RATS

Blood sampling was performed following the tail vein to obtain a drop of blood sufficient for blood glucose determination using an On Call Extra Active meter and test strips. Rats with blood glucose levels above 2.5 g/L were retained for further testing

The blood collected was placed in fluoridated tubes (grey tubes) for blood glucose and in dry tubes (red tubes) for pancreatic parameters such as lipase and amylase. The tubes were numbered and then centrifuged at 3000 rpm for 5 minutes to obtain the serum.

STATISTICAL ANALYSIS

Statistical analysis was performed using Graph Pad Prism 6.0 (Microsoft, USA). The Student's test was used for comparison of the mean concentrations. The ANOVA test including the Turkey multiple comparison test was used for the analysis of variances. For both tests, the significance level was set at 5% ($P < 0.05$).

3 RESULTS

The results of the aqueous and ethanolic extraction of *Spathodea campanulata* bark are given in Table I. The phytochemical analysis of the aqueous and hydroethanolic extracts of *Spathodea campanulata* revealed the presence of several secondary metabolites. Flavonoids, sterols and polyterpenes, tannins, quinones, polyphenols and alkaloids were found in both extracts (Table II).

Table 1. Raw extraction results

Solvent	Initial powder mass	Mass of extract obtained	Extraction yield	Physical appearance	Appearance of the extract
Distilled water	100g	12,5g	12,5 %	Powder	Light brown
Hydro-ethanolic	100g	14,8g	14,8 %	Viscous paste	Dark brown

Table 2. Chemical screening of aqueous and hydroethanolic extracts of the bark of *Spathodea campanulata*

	Extracts	Ste/ Ter	Phe	Fla	T cat	T gal	Qn	Alc D	Alc B	Sap
<i>Spathodea campanulata</i>	Aqueous	+	+	+	++	+	+	++	+	++
	Hydro-ethanolic	++	++	+	+	+	-	+	+	+

Legend:

Ste / Ter: Sterol and polyterpenes; Phe: polyphenols; Fla: flavonoids; Tcat: catechetical tannins; Tgal: gallic tannins; Qn: quinone substances;

Alc D: Dragendorff alkaloids; Alc B: Bouchardat alkaloids; Sap: saponins

+: present; ++: Abundantly present; -: absent

Table 3. Activity of amylase and lipase in aqueous extracts for 28 days

	Nor Control	Neg Control	Pos Control	800 AqE	400 AqE	200 AqE
AMYL-D0	699,25± 111.55****	1164,75± 32.50	1862,50± 3.17	2845,50± 1451.13	1624,50± 178.77	1650,5± 211.36
LIP-D0	8,59± 1.92****	80.00± 0.19	72,30± 0.12	81,725± 0.81	79,42± 0.24	88,4± 0.61
AMYL-D28	699,25± 111.55****	2629.00± 145.73	136,50± 13.38****	1290,50± 43.04****	762,75± 259.86****	1105,25± 242.16****
LIP-J28	8,59± 1.92****	88,86± 0.23	8,57± 0.31****	11,20± 0.30****	9,96± 0.84****	10,4425± 1.15****

Data are expressed as mean ± SEM; n = 4

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; **** $p < 0,0001$: significant difference between the untreated diabetic batch and the treated diabetic batches.

Nor Control: non-diabetic control

Neg Control: untreated diabetic control

Pos Control: diabetic control treated with the reference molecule (glibenclamide)

800 AqE; 400 AqE; 200 AqE: diabetic batches treated with aqueous extract at doses of 800, 400, and 200 mg / kg bw respectively

Table 4. Activity of amylase and lipase on hydroethanolic extracts for 28 days

	Nor Control	Neg Control	Pos Control	800EthE	400EthE	200EthE
AMY-D0	699,25± 111.55****	1164,75± 32.50	1862,50± 3.17	1666± 97.65	1387,75± 92.10	1977,75± 17.90
LIP-D0	8,59± 1.92****	80.00± 0.19	72,30± 0.12	78,25± 0.10	79.00± 0.79	79,25± 0.66
AMY-D28	699,25± 111.55****	2629.00± 145.73	136,50± 13.38****	1502,5± 107.89***	1155,25± 146.47****	1460,25± 178.05****
LIP-D28	8,59± 1.92****	88,86± 0.23	8,57± 0.31****	37,01± 9.77***	25,80± 8.65****	12,42± 2.23****

Data are expressed as mean ± SEM; n = 4

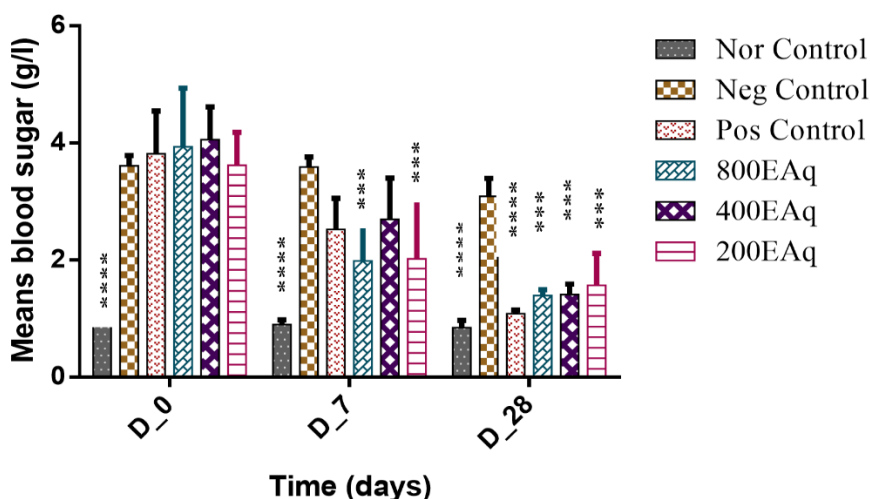
*p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001; ****p < 0,0001: significant difference between the untreated diabetic batch and the treated diabetic batches.

Nor Control: non-diabetic control

Neg Control: untreated diabetic control

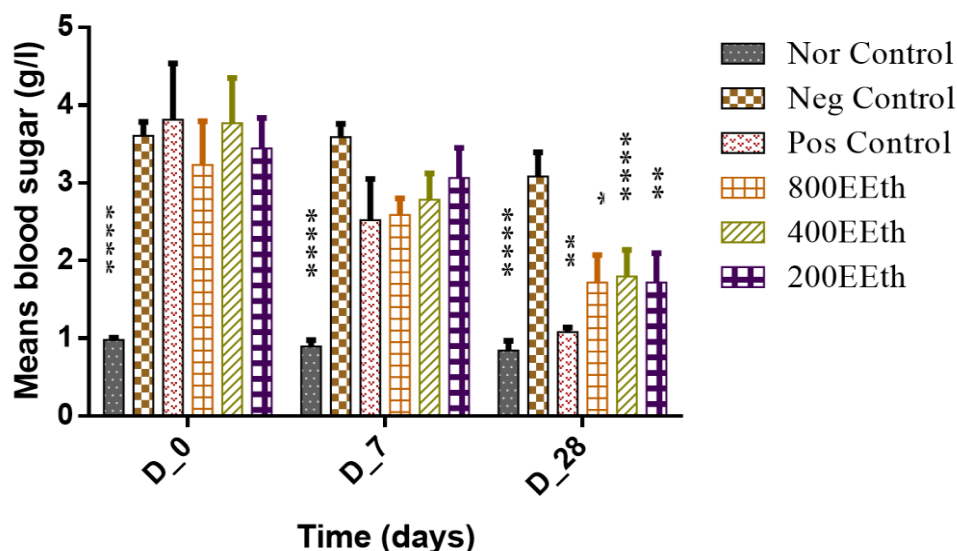
Pos Control: diabetic control treated with the reference molecule (glibenclamide)

800EthE; 400EthE; 200EthE: diabetic batches treated with hydroethanolic extract at doses of 800, 400, and 200 mg / kg bw respectively



Graph 1: Evaluation of aqueous extracts of *Spathodea campanulata* on blood glucose levels over time

*p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001; ****p < 0,0001: significant difference between the untreated diabetic batch and the treated diabetic batches., Nor Control: non-diabetic control Neg Control: untreated diabetic control, Pos Control: diabetic control treated with the reference molecule (glibenclamide). 800AqE; 400AqE; 200 AqE: diabetic batches treated with aqueous extract at doses of 800, 400, and 200 mg / kg bw respectively



Graph 2: Evaluation of hydro-ethanolic extracts of *Spathodea campanulata* on blood glucose levels over time

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; **** $p < 0,0001$: significant difference between the untreated diabetic batch and the treated diabetic batches., **Nor Control**: non-diabetic control. **Neg Control**: untreated diabetic control. **Pos Control**: diabetic control treated with the reference molecule (glibenclamide). **800EEth**; **400EEth**; **200EEth**: diabetic batches treated with hydroethanolic extract at doses of 800, 400, and 200 mg/ kg bw respectively

4 DISCUSSION

In this work, maceration was carried out with the powdered bark of *Spathodea campanulata* P. Beauv in two solvents namely distilled water and ethanol (70%) + water (30%) mixture. The value of the extraction output was calculated in relation to the initial mass of the plant bark powder. It was found that the hydro-ethanol mixture had the highest extraction yield of 14.8% compared to 12.5% for the aqueous extract. The variations in extraction yields can be attributed to the difference in solubility of the phenolic compounds in the extraction solvents. Besides the extraction method, other factors can influence the efficiency of the extraction of the compounds. It depends on several parameters such as: the nature and volume of the solvent used, pH, temperature, extraction time and sample composition, sample collection [10]

Similarly, Triphytochemistry carried out with aqueous and hydro-ethanolic extracts of *Spathodea campanulata* barks revealed the presence of important secondary metabolites which are: alkaloids, catechic tannins, flavonoids, polyphenols, sterols, terpenes, saponins, gallic tannins but relatively poor in quinones. All responsible for therapeutic effects. Our results are similar to those of [11] who showed that the aqueous extract of *Spathodea campanulata* bark (collected in Nigeria) contained alkaloids, flavonoids, saponins, quinones, polyphenols and terpenoids. However, tests for the characterization of tannins (gallic and catechins) were negative. This difference could be due to the place of collection, the drying and storage conditions of the bark of this plant. Studies have shown the benefits of compounds found in *Spathodea campanulata* bark; for example, polyphenols, tannins, and flavonoids have antioxidant properties. They favor tissue regeneration, decrease the permeability of blood capillaries and increase their resistance to haemolysis [12]. The presence of tannins suggests the ability of our plant to play a major role as an antimicrobial and antioxidant agent [13]. On the other hand, the anti-diabetic action of tannins is observed by its action on diabetes itself at the cellular level, by promoting the action of insulin (by reducing insulin resistance) and on the complications of diabetes through their antioxidant and anti-enzymatic power, neutralising the effect of free radicals and limiting the inflammatory reaction in the various tissues [14]. Flavonoids are endowed with hypoglycaemic and antidiabetic properties according to the results of several studies [15,16,17]. According to these authors [18,19,20] flavonoids prevent diabetes by inhibiting alkalosis reductase. Other studies have also shown that the consumption of flavonoid-rich foods is inversely correlated with the risk of developing cardiovascular disease [21,22]. Alkaloids, sterols and terpenes are compounds that exhibit various activities in plants and have beneficial effects on humans and animals [23]. Alkaloids have several pharmaceutical applications in humans. These applications have been clinically proven [24,25]. These alkaloids have a discrete hypoglycaemic effect, lowering blood glucose levels and reducing glycosuria [26]. According to a study, the significant and long-lasting total acetone hypoglycaemic effect may well be related to the presence of both flavonoid and alkaloid compounds acting probably synergistically [27].

In addition, the anti-diabetic activity was carried out during the 28 days by administering the aqueous and hydro-ethanolic extracts at doses of 800, 400 and 200 mg/kg body weight (bw) per treatment. A significant decrease in blood glucose levels was observed from D0 to D28 in both extracts. For the aqueous extract at 800 mg/kg bw the blood glucose level decreased from 3.93 ± 0.50 to 1.39 ± 0.05 and from 4.05 ± 0.28 to 1.41 ± 0.08 at 400 mg/kg bw. Similarly for the ethanolic extract, there was also a decrease in blood glucose from 3.23 ± 0.58 to 1.71 ± 0.34 at 800 mg/kg/bw; from 3.77 ± 0.58 to 1.79 ± 0.34 for 400EtH and from 3.44 ± 0.44 to 1.71 ± 0.38 for 200 mg/kg/bw.

In addition, a significant decrease was observed in rats treated with glibenclamide. The effect of these two extracts on the reduction of blood glucose could be related to the presence of flavonoids as it has been pointed out by some authors [28]. Flavonoids act by improving the sensitivity of the body's cells to insulin, thus reducing the incidence of type 2 diabetes [29]. In addition to flavonoids, the presence of saponins has been noted and the anti-hyperglycaemic effect of saponins has been shown. It would be difficult to relate the mode of action of the extracts to that of glibenclamide because of the mixture of compounds that may interfere or have a synergistic action in these extracts. This synergy or interference could explain the difference in action of the extracts.

Furthermore, our results indicate an inhibition of α -amylase and lipase by *Spathodea campanulata* extracts which presents a beneficial effect against hyperglycaemia in diabetics. Insulin increases amylase biosynthesis in diabetic rats only. The anti-diabetic activity of the plants may depend on several mechanisms: inhibition of α -amylase [29] which reduces the degradation of starch and oligosaccharides; therefore, it acts by reducing the absorption of glucose at the intestinal level.

According to the results obtained, we recorded a steady gain in body weight of normal control rats, the average body weight values increase from 265g at the beginning of the experiment to 285g at the end of this study.

5 CONCLUSION

At the end of our study, the aqueous and ethanolic extracts of *Spathodea campanulata* barks showed a good hypoglycaemic activity in rats made diabetic by streptozotocin by decreasing the serum concentration of glucose, lipase and amylase

All our work has highlighted the beneficial effects of the administration of these plant extracts due to their richness in compounds such as: tannins, total phenols, alkaloids and flavonoids responsible for the decrease of glycaemia, lipase and amylase. The present study validates the use of *Spathodea campanulata* bark in traditional medicine in Côte d'Ivoire and presents promising perspectives in the management of diabetes, pancreatitis and their possible complications. However, further studies are needed to identify the biologically active molecules in order to give an accurate picture of the molecular mechanism (s) responsible for these effects.

REFERENCES

- [1] Drouin P., Blickle J.F., Charbonnel B., Eschwege E., Guillausseau P.J., Plouin P.F., Daninos J.M., Balarac N., et Sauvanet J.P. Diagnostic et classification du diabète sucré les nouveaux critères, *Diabetes & Metabolism* (Paris), 1999; 25: 72-83.
- [2] Ngbolua K.N., Rafatro H., Rakotoarimanana H., Ratsimamanga Urverg S., Mudogo V., Mpiana P.T. Tshibangu D.S.T. Pharmacological screening of some traditionally used antimalarial plants from the Democratic Republic of Congo compared to its ecological taxonomic equivalence in Madagascar. *International Journal Biological and Chemical Sciences*, 2011; 5 (5): 1997-1804.
- [3] Rajesh Kowti, Harsha R, Mohammed GA, Hareesh AR, Thammanna Gowda SS, Dinesha R, Satish Kumar BP, Irfan Ali M., Antimicrobial activity of leaf and flower of *Spathodea campanulata* P. Beauv. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 2010; 1 (3): 8.
- [4] Tanayen JK, Ajayi AM, Oloro J, Ezeonwumelu JOC, Tanayen GG, Adzu B, Arthur van Aerschot, Gert L, Agaba AG., Phytochemical and Antidiabetic Evaluation of the Methanolic Stem Bark Extract of *Spathodea campanulata* (P. Beauv.) Bignoniaceae. *Pharmacognosy Journal*, 2016; 8: 243-249. DOI: 10.5530/pj.2016.3.12.
- [5] Wagh AS et Butle SR. Plant profile, phytochemistry and pharmacology of *Spathodea campanulata* P. Beauvais (african tulip tree): a review. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 201810 (5): 1-6.
- [6] Wagh A, Butle S, Telang P. In Vitro Anthelmintic Efficacy of *Spathodea campanulata* P. Beauv. (Bignoniaceae) Against *Pheretima posthuma*. *Asian Journal of Pharmacognosy*. 2019; 3 (1): 32-38.
- [7] Zirihi G., Kra A.K.M., & Guede-Guina F. Évaluation de l'activité antifongique de *Microglossa pyrifolia* (Lamarck) O. Kantze (Asteracée) « PYMI » sur la croissance in vitro de *Candida albicans*, *Revue de Médecine et pharmacie Afrique*, 2003; 17: 11-18.

- [8] Bekro Y.-A., Mamyrbekova J., Boua B.B., Bi F.T. Ehile E.E. Étude ethnobotanique et screening phytochimique de *Caesalpinia benthiana* (Baill.) Herend. Et Zarucchi (Caesalpiniaceae). *Sciences & Nature*, 2007; 4 (2): 217-225.
- [9] Mangambu M, Mushagalusa K F. & Kadima N.J. Contribution à l'étude phytochimique de quelques plantes médicinales antidiabétiques de la ville de Bukavu et ses environs (Sud Kivu- RD Congo). *Journal of applied Biosciences*, 2014; 75: 6211- 6220.
- [10] Mawa T, Doumbia I, Yeo S O, Yapi H F, N'guessan J D and Djaman A J, phytochemical studies and evaluation of the hypoglycemic activity of the methanolic extract of *tetrapleura tetraptera* sheets ((schumach & thonn.) taub.1891), *world journal of pharmacy and pharmaceutical sciences*, 2019; 12 (8) 1189-1201.
- [11] Bruneton J. *Tanin, Pharmacognosie: phytochimie, plantes médicinales. Technique et Documentation. Lavoisier, Paris, France, 1999; pp. 370-404.*
- [12] Tepe B., Sokmen M., Akpulat HA., Sokmen A. Screening of the antioxidant potentials of six *Salvia* species from Turkey" *Food Chemistry*, 2006; Volume (95), 200p.
- [13] Punitha ISR, Rajendran K, Shirwaikar A, Shirwaikar A. Alcoholic stem extract of *Coscinium fenestratum* regulates carbohydrate metabolism and improves antioxidant status in Streptozotocine nicotinamide induced diabetic rats. *CAM*, 2005; 2 (3): 375-381.
- [14] Kim SH., Hyun SH, Choung SY. Anti-diabetic effect of cinnamon extract on blood glucose in db/db mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 2006; 104 (1–2): 119–123.
- [15] Kebieche M. *Activité biochimique des extraits flavonoïdiques de la plante Ranunculus repens L: effet sur le diabète expérimental et l'hépatotoxicité induite par l'Epirubicine*, Thèse de Doctorat, Université Mentouri Constantine Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Département de Biochimie –Microbiologie, Alger, Algérie, 2009; 143p.
- [16] Tringali C. *Bioactive Compounds from Natural Sources: Isolation Characterization and Biological Properties*. Taylor & Francis, 2001; 36: 339-367.
- [17] Huang DJ, Lin CD, Chen HJ, Lin YH. Antioxidant and antiproliferative activities of sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam 'Tainong 57') constituents. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 2014; 45: 179-186.
- [18] Raccach D. *Epidémiologie et physiopathologie des complications dégénératives du diabète sucré*. EMC-Endocrinologie, 2004; 1 (1): 29-42.
- [19] Pietta P. *Flavonoids as Antioxidants*. *Journal of Natural Products*, 2000; 63 (7): 1035-1042.
- [20] Hollman P. H. Evidence for health benefits of plant phenols: local or systemic effects? *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2001; 81 (9): 842-852.
- [21] Bouic P.J. et Lamprecht J.H. Plant sterols and sterolins: à review of their immune modulating properties. *Alternative Medicine Review*, 1999; 4: 170-177.
- [22] Mc Calley D.V. Analysis of the cinchona alkaloids by high-performance liquid chromatography and other separation technical. *Review Journal of Chromatography*, 2002; 967: 119-122.
- [23] Silvestrini A., Pasqua G., Botta B., Monacelli B., Heijden R., Von D., Verpoorte R. Effects of alkaloid precursor feeding on a *camptotheca acuminate* cell line. *Plant Physiol. Biochem*, 2002; 40: 749-753.
- [24] Pamplona RG. *Guide des plantes médicinales. Vol.1, Bibliothèque, éducation et santé, Madrid, Paris, 2001; 232-298.*
- [25] Sy Gy, Faye FS, Wele A, Gueye PM, Gueye CD, Cissé A, Diaye AM, Bassene E, Faye B. *Activité antihyperglycémique de la fraction F2 de l'extrait total acétonique des feuilles de Vernonia colorata (Compositae)*. *Pharmacopée et Médecine Traditionnelle Africaines*, 2008; 15: 6- 10.
- [26] Olagbende-Dada S.O., Ogbonna S.O., Coker H. A. B., & Ukpo G.E. Blood glucose lowering effect of Aqueous extract Of *Gratophyllum pictum* (Linn) Griff on alloxan induced diabetic rats and its acute toxicity in mice. *African Journal Of Biotechnology*, 2011; 10 (6): 1039-1043.
- [27] Lean Me., Moroozu M., Kelly I., Burns J., Taluar D., Sattar N., Crozier A. Dietary flavonols protect diabetic human lymphocytes against oxidative damage to DNA. *Diabetes*, 1999; 48: 176 181.
- [28] Kambouche N., Merah B., Derdour A., Bellahouel S., Bouayed J., Dicko A., Younos C. et Soulimani R. Hypoglycemic and antihyperglycemic effects of *Anabasis articulata* (Forssk) Moq (Chenopodiaceae), an Algerian medicinal plant. *African Journal of Biotechnology*, 2009; 8 (20): 5589-5594.
- [29] Jarald E, Balakrishnan S.J, Chandra J.D. *Diabetes and Herbal Medicines*. *Iranian journal of pharmacology and therapeutics*. 2008; 97-106.

Effets du dimensionnement des trous de zaï sur le rendement du maïs en zone Sud-soudanienne du Burkina Faso

[Effects of zaï hole sizing on maize yield in the South Sudan zone of Burkina Faso]

Adama Traore¹, Alimata Bandaogo¹, P. Louis Yameogo¹, K. Rodrigue Anadi², Karim Traore¹, Pascal Bazongo¹, and Ouola Traore¹

¹Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Département Gestion des Ressources Naturelles et Système de Production (GRN, SP), INERA-Farako-Bâ, Laboratoire Sol-Eau-Plante (SEP), 01 BP 910 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

²Université Nazi Boni (UNB), Institut du Développement Rural (IDR), 01 BP 1091 Bobo-Dioulasso 01 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: Given the climatic variability of recent years, characterized by numerous pockets of drought in the western zone of Burkina Faso, the application of zaï technology could be an alternative to cope with rainfall deficits. With this in mind, a zaï trial was set up at the INERA station in Farako-Bâ in a completely randomized Fisher block design with seven (7) treatments, including T0 (no zaï+compost+MD), T1 (zaï 15 cm+compost), T2 (20 cm+ compost), T3 (zaï 30 cm+ compost), T4 (zaï 15 cm + compost +MD), T5 (zaï 20 cm + compost +MD), T6 (zaï 30 cm + compost +MD). The parameters observed were the size of the zaï holes and the maize yield. The results show that treatments T5 (zaï 20 cm + compost +MD) and T6 (zaï 30 cm + compost +MD) have respectively the best performances in terms of grain yield (2.69 t/ha and 2.68 t/ha) and straw yield (4.1 t/ha and 3.6 t/ha). The results of this study show that zai technology associated with micro-dosing of fertilizer can be adapted in the South Sudanian zone of Burkina Faso and can be a means of adaptation to increasingly difficult rainfall conditions marked by pockets of drought. zaï holes with diameters of 20 and 30 cm increase maize crop yields.

KEYWORDS: zaï, hole sizing, maize, yield, Burkina Faso.

RESUME: Face à la variabilité climatique de ces dernières années caractérisée par de nombreuses poches de sécheresse dans la zone Ouest du Burkina Faso, l'application de la technologie zaï pourrait être une alternative pour faire face aux déficits pluviométriques. C'est dans cette optique qu'un essai zaï a été mis en place sur la station de l'INERA à Farako-Bâ dans un dispositif en blocs de Fisher complètement randomisé avec sept (7) traitements dont T0 (sans zaï+compost+MD), T1 (zaï 15 cm+compost), T2 (20 cm+ compost), T3 (zaï 30 cm+ compost), T4 (zaï 15 cm + compost+MD), T5 (zaï 20 cm + compost +MD), T6 (zaï 30 cm + compost +MD). Les paramètres observés ont été le dimensionnement des trous de zaï et le rendement du maïs. Les résultats montrent que les traitements T5 (zaï 20 cm + compost +MD) et T6 (zaï 30 cm + compost+MD) ont respectivement les meilleures performances en termes de rendements grains (2,69 t /ha et 2,68 t/ha) et pailles (4,1 t/ha et 3,6 t/ha). Les résultats de cette étude montrent que la technologie du zaï associée à la micro-dose d'engrais peut être adaptée dans la zone Sud-soudanienne du Burkina Faso et peut être un moyen de d'adaptation aux conditions pluviométriques de plus en plus difficiles marquées par des poches de sécheresse. Les trous de zaï de diamètre 20 et 30 cm permettent d'accroître les rendements de la culture du maïs.

MOTS-CLEFS: zaï, dimensionnement trous, maïs, rendement, Burkina Faso.

1 INTRODUCTION

Les sols du Burkina Faso sont caractérisés par une pauvreté en matière organique et en éléments nutritifs majeurs compromettant les rendements des cultures. Une des causes de cette dégradation des sols est la mauvaise pratique culturale pratiquée par une grande majorité avec une très faible utilisation d'intrants sans apport de matières organiques et sans restitution. Cette majorité est constituée de petits producteurs à très faibles revenus utilise et les grains et aussi les résidus des récoltes comme aliment bétail, bois de chauffe etc. Les bilans minéraux des sols sont donc négatifs où les inputs sont de loin inférieurs aux outputs. Ces pratiques agricoles inadaptées conjuguées aux aléas climatiques ont accentué une pression sur les ressources naturelles accélérant leur dégradation. A la recherche de solutions suite à cet épuisement des ressources, des pratiques endogènes ont été développées par les populations pour continuer à assurer la production agricole. Une des options choisies par les paysans dans le Yatenga au Nord du Burkina Faso, puis développée par les chercheurs, a été de "réveiller" une ancienne technique utilisée lors des périodes de sécheresse dans la région qu'est la technique du zaï [1]. Le zaï est défini comme une technique de réhabilitation des terres dégradées, notamment des *zipella* [2,3]. Étymologiquement, le mot zaï vient de *zaïbo* en langue locale *mooré* qui signifie généralement se dépêcher de faire quelque chose, prendre de l'avance [1]. Appliqué au domaine agricole, il prend le sens d'anticiper sur la saison agricole en ce sens que l'on creuse les trous pendant la période sèche, où on y met ensuite le fumier juste avant l'arrivée des premières pluies puis on y sème lorsqu'une pluie suffisante tombe. La technique du zaï est plus développée dans la partie Nord du Burkina Faso où il est initialement recommandé c'est-à-dire pour des zones dont la pluviométrie est comprise entre 300 et 800 mm/an. Cependant avec un contexte de changement climatique, la zone Sud-soudanienne du Burkina Faso relativement plus arrosée que le Nord, enregistrant entre 900 et 1100 mm/an de pluie connaît de plus en plus des déficits pluviométriques et surtout une installation tardive des cultures et des poches de sécheresse compromettant la bonne alimentation hydrique des cultures.

Au regard de ces difficultés pluviométriques et de ces nombreux avantages en matière de gestion de l'eau sur la parcelle, le zaï jadis recommandé à la zone Nord du pays pourrait être une solution aux difficultés pluviométriques de plus en plus récurrentes dans cette partie Sud du pays. Si dans sa conception le zaï est réalisé avec des trous de 20 à 40 cm de diamètre et de 10 à 15 cm de profondeur, un ajustement de ces dimensions pourrait l'adapter dans les zones à pluviosité relativement supérieure mais marquées de plus en plus par des déficits pluviométriques. Cette étude a donc pour objectif général d'améliorer les rendements du maïs par la technique du zaï face aux déficits pluviométriques actuels. De façon spécifique, il s'agit de:

- Evaluer l'effet des dimensions des trous de zaï sur la productivité du maïs;
- Evaluer l'effet de la fertilisation organique et minérale et du dimensionnement du trou du zaï sur la productivité du maïs.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATERIEL

2.1.1 SITE D'ÉTUDE

Les travaux ont été conduits durant les saisons de pluies de 2017 et 2018 à la station de recherche agricole de Farako-Bâ de coordonnées; longitude 4° 20' Ouest, latitude de 11° 6' Nord et altitude 405 m dans la zone sud-soudanienne du Burkina Faso. Cette zone est caractérisée par deux saisons bien distinctes dont une courte saison des pluies ou hivernage de juin à septembre et une longue saison sèche d'octobre à mai. La pluviométrie moyenne annuelle varie entre 800 et 1100 mm [4] avec une mauvaise répartition spatio-temporelle. Les quantités d'eau tombées au niveau de la station de Farako-Bâ en 2017 et 2018 ont été respectivement 734 en 51 jours de pluie et 1303,7 mm en 70 jours de pluie. Les températures varient entre 17°C et 37°C durant la saison sèche et 10°C à 32°C durant la saison des pluies. Les sols de type ferrugineux tropicaux lessivés à texture sablo-limoneuse sont pauvres en matière organique et en éléments nutritifs majeurs (N, P, K) [5].

2.1.2 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal est la variété de maïs Barka mise au point par l'Institut de recherche INERA/Burkina Faso. Elle est de couleur blanche avec un cycle semi-maturité moyen de 84 jours. Elle est relativement plus résistante à la sécheresse avec un rendement potentiel de 5,5 t/ha.

2.1.3 FUMURE MINÉRALE

La fumure minérale utilisée est l'engrais composé NPK de la formulation 14-23-14+6S+1B et de l'urée dosant 46% N. Ce sont des engrais recommandés et couramment utilisés au Burkina Faso pour la production de maïs.

2.1.4 FUMURE ORGANIQUE

La fumure organique utilisée a été le compost issu d'un procédé de compostage en tas au sein de la station de recherche de Farako-Bâ avec les résidus de récolte et du fumier comme activateur.

2.2 MÉTHODES

2.2.1 CONFECTION DES TROUS DE ZAÏ

Les différents diamètres de trous de zaï ont été confectionnés bien avant l'installation des pluies. Ils ont été réalisés en quinconce à la main. La terre de déblai est déposée en aval des trous suivant le sens de la pente du terrain et ce conformément à la technologie zaï.

2.2.2 DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le dispositif expérimental est un bloc de Fisher totalement randomisé. Il est constitué de quatre (4) blocs ou répétitions comportant chacun sept (07) traitements. Chaque traitement est représenté par des parcelles élémentaires de 6 m x 5 m soit 30 m². A l'intérieur de chaque parcelle élémentaire est creusée des trous de zaï de 15 cm, 20 cm et 30 cm de diamètre selon le traitement, à une profondeur standard de 15 cm. Les traitements sont les suivants:

- T0: Sans zaï + Micro-dose (MD) soit NPK 4g/poquet + urée 2g/poquet);
- T1: zaï 15 cm de diamètre + compost (100 g/poquet);
- T2: zaï 20 cm de diamètre + compost (100 g/poquet);
- T3: zaï 30 cm de diamètre + compost (100 g/poquet);
- T4: zaï 15 cm de diamètre + compost + MD;
- T5: zaï 20 cm de diamètre + compost + MD;
- T6: zaï 30 cm de diamètre + compost + MD.

2.2.3 LA TECHNOLOGIE MICRO-DOSE D'ENGRAIS

La technologie micro-dose d'engrais minérale (MD), consiste à ouvrir un trou sous le pied de la plante et y placer l'engrais en petite dose et ensuite recouvrir l'engrais par la terre de déblai. Pour ce qui est de la dose recommandée en MD pour le maïs, elle de 4 g/poquet pour le NPK et 2 g/poquet pour l'urée. Les doses à l'hectare pour la MD a été 110,25 kg/ha pour le NPK et 55,12 kg/ha pour l'urée avec des écartements de trous de 60 cm x 60 cm. Ces doses en fertilisation recommandée sur sol labouré sont de 200 kg/ha pour le NPK et 100 kg/ha pour l'urée.

2.2.4 PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLON POUR ANALYSE CHIMIQUE DU SOL

Le zaï est recommandé sur des sols fortement dégradés. Le choix du terrain a pris en compte ce critère en choisissant un terrain délaissé à cause de sa forte dégradation empêchant même la pousse des mauvaises herbes. Cinq (05) prélèvements sur les diagonales ont été réalisés afin de faire une caractérisation chimique du sol avant la mise en place de l'essai qui occupe une superficie de 1035 m².

2.2.5 SEMIS DU MAÏS ET APPLICATION DES FERTILISANTS

Le maïs a été semé dans les trous des zaï dès que l'humidité a été jugée suffisante pour la germination des graines. Le compost a été préalablement déposé dans chaque trou à la dose de 100 g/poquet soit 2,7 t/ha. Deux (02) plants ont été laissés par poquet après démariage.

LES FUMURES MINÉRALES: L'engrais minéral NPK (14 -23 -14+6S+1B) a été appliqué 15 jours après semis (JAS) à la dose de 4 g/poquet et l'urée a été appliquée au 45^{ème} JAS à raison de 2 g/poquet dans les traitements ayant les trous de zaï. Au niveau du témoin (T0) avec labour seul, le NPK et l'urée ont été respectivement apportés en surface au 15^{ème} et 45^{ème} JAS.

2.2.6 ANALYSE DES DONNÉES

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel XLSTAT 2014.5.03. Les moyennes ont été séparées par la méthode de Newman-Keuls au seuil de confiance de 95 %.

3 RESULTATS

3.1 CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES DES SOLS

Le Tableau 1 donne quelques caractéristiques des échantillons de sol avant la mise en place du dispositif. Les sols du site ont de très faibles teneurs en pH, azote, carbone et en matière organique avec cependant une activité biologique importante avec un rapport C/N de 13,40. Les teneurs aux éléments totaux du potassium total et assimilable sont moyens; par contre ceux du phosphore sont extrêmement faibles se trouvant en dessous du seuil de déficience.

Tableau 1. *Caractéristiques chimiques du sol avant la mise en place du maïs*

Echantillon	pHeau	C (%)	MO (%)	N (%)	C/N	P_tot (mg/kg)	P_assi (mg/kg)	K_tot (mg/kg)	K_dispo (mg/kg)
P1	4,98	0,34	0,59	0,027	13	52	6,2	1174	62,41
P2	5	0,34	0,59	0,026	13	71	4,11	1272	48,76
P3	5,07	0,35	0,61	0,026	13	56	6,28	1077	55,58
P4	4,81	0,37	0,63	0,026	14	44	3,72	979	46,81
P5	4,92	0,4	0,69	0,029	14	59	3,72	1223	53,63
Moy	4,96	0,36	0,62	0,03	13,40	56,40	4,81	1145,00	53,44

Légende: P: Points de Prélèvement, C: Carbone organique, MO: Matière Organique, P_tot: Phosphore total, P_assi: Phosphore assimilable; K_tot: Potassium total; K_dispo: Potassium disponible.

3.2 EFFET DU ZAÏ SUR LA HAUTEUR DES PLANTS DE MAÏS

Le Tableau 2 nous renseigne sur l'évolution en hauteur des plants maïs en fonction des traitements. Les résultats montrent une différence hautement significative ($p < 0,001$) entre les traitements quelle que soit la date d'observation. On constate que les meilleures hauteurs à la dernière date d'observation, soit au 44^{ème} jours après semis (JAS) sont enregistrées dans les traitements avec zaï de 30 et 20 cm respectivement au niveau des traitements T6 (111,23 cm) et T5 (108,94 cm). Les traitements T4, T0 et T1 statistiquement équivalents viennent après ces deux premiers traitements. Les plus faibles hauteurs sont obtenues au niveau des traitements zaï sans apport de fertilisants minéraux T3 et T2.

Tableau 2. *Hauteurs des plants en fonction des dimensions des trous de zaï*

Traitements	Hauteur (cm)				
	16 JAS	23 JAS	30 JAS	37 JAS	44 JAS
T0	24,75 ^a ± 5,25	37,93 ^a ± 8,48	50,25 ^{ab} ± 10,40	72,34 ^b ± 11,78	94,73 ^b ± 13,58
T1	16,95 ^b ± 6,08	30,72 ^c ± 8,06	38,64 ^d ± 12,15	57,02 ^c ± 16,63	68,00 ^b ± 14,37
T2	18,67 ^b ± 6,32	32,52 ^{bc} ± 10,18	42,74 ^{cd} ± 11,66	65,22 ^b ± 14,41	82,72 ^c ± 14,55
T3	18,77 ^b ± 5,43	32,75 ^{bc} ± 8,98	45,91 ^{bc} ± 10,69	68,35 ^b ± 15,00	84,02 ^c ± 19,06
T4	17,78 ^b ± 6,57	34,77 ^{abc} ± 10,43	45,73 ^{bc} ± 15,31	72,84 ^b ± 18,15	99,45 ^b ± 22,69
T5	17,19 ^b ± 6,66	39,70 ^a ± 12,15	53,66 ^a ± 13,33	81,43 ^a ± 21,20	108,94 ^a ± 19,14
T6	17,66 ^b ± 5,25	36,92 ^{ab} ± 11,09	52,88 ^a ± 10,87	83,20 ^a ± 14,26	111,23 ^a ± 16,34
Probabilité	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Significativité	HS	HS	HS	HS	HS

T0: Sans zaï + MD, T1: zaï 15 cm + FO, T2: zaï 20 cm + FO; T3: zaï 30 cm + FO; T4: zaï 15 cm + FO + MD; T5: zaï 20 cm + FO + MD; T6: zaï 30 cm + FO + MD

3.3 EFFET DU ZAÏ SUR LE DIAMÈTRE DES PLANTS DE MAÏS

Le Tableau 3 nous renseigne sur l'évolution du diamètre des plants de maïs en fonction des traitements. L'analyse de la variance nous révèle une variation hautement significative ($p < 0,001$) entre les différents traitements à toutes les dates d'observation. Les diamètres les plus élevés sont enregistrés dans les traitements avec zaï et micro-dose d'engrais T6, T5 et T4. Les faibles diamètres sont observés au niveau des traitements zaï sans apport d'engrais minéraux et le traitement T0 (sans zaï). Toutefois on constate une tendance à l'augmentation du diamètre des plants au niveau du traitement T5.

Tableau 3. Diamètre des plants de maïs en fonction des dimensions des trous de zaï

Traitement	Diamètre (mm)			
	45 JAS	52 JAS	59 JAS	66 JAS
T0	9,8 ^b ± 2,51	13,45 ^b ± 2,53	16,57 ^b ± 2,20	18,23 ^b ± 2,61
T1	8,07 ^c ± 3,19	11,27 ^c ± 3,19	15,86 ^b ± 3,37	17,05 ^b ± 3,23
T2	9,93 ^b ± 4,06	12,7 ^{bc} ± 3,11	16,84 ^b ± 3,41	18,48 ^b ± 3,71
T3	8,23 ^c ± 3,34	12,11 ^{bc} ± 3,59	16,07 ^b ± 4,03	17,66 ^b ± 4,04
T4	11,11 ^{ab} ± 2,90	15,27 ^a ± 3,78	18,84 ^a ± 2,88	20,39 ^a ± 2,78
T5	12,68 ^a ± 3,36	16,14 ^a ± 3,17	19,16 ^a ± 3,10	21,57 ^a ± 3,21
T6	12,45 ^a ± 3,33	16,64 ^a ± 3,02	18,86 ^a ± 3,02	20,8 ^a ± 3,17
Probabilité	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Significativité	HS	HS	HS	HS

T0: Sans zaï + MD, **T1:** zaï 15 cm + FO, **T2:** zaï 20 cm + FO; **T3:** zaï 30 cm + FO; **T4:** zaï 15 cm + FO + MD; **T5:** zaï 20 cm + FO + MD; **T6:** zaï 30 cm + FO + MD

3.4 EFFET DU ZAÏ SUR LES COMPOSANTES DU RENDEMENT

Le Tableau IV nous renseigne sur les paramètres composantes de rendements. On constate qu'il n'y a pas de différence significative entre les traitements en ce qui concerne le nombre de plants. On observe tout de même une tendance à l'augmentation du nombre de plants au niveau du traitement T0 sans zaï (57916 plants/ha).

Pour ce qui concerne le nombre d'épis, il est ressort une différence significative entre les traitements. Nous remarquons que le nombre d'épis le plus élevé se situe au niveau des traitements T0 et T6. Le plus faible nombre d'épis est enregistré au niveau du traitement T1 correspondant aux parcelles sous zaï de 15 cm de diamètre sans fumure minérale.

Pour ce qui concerne le rendement grains, il y a une différence hautement significative entre les traitements. Les rendements les plus élevés sont obtenus avec les traitements avec zaï T5 (2693 kg/ha), T6 et la parcelle sans zaï T0. Par ailleurs, le plus faible rendement a été enregistré au niveau du traitement T1 (859 kg/ha).

L'analyse de variance du rendement paille montre qu'il y a une différence hautement significative entre les traitements. Les meilleurs rendements sont obtenus par le traitement T5 (4083 kg/ha). Ensuite suivent les traitements T0 et T6 statistiquement équivalents. Le plus faible rendement est enregistré au niveau du traitement T1 (1417 kg/ha).

En ce qui concerne le poids de 1000 grains, les poids les plus élevés ont été enregistrés par les traitements T5 (238g) et T6 (236g) et le plus faible poids a été enregistré par le traitement T3 (171g).

Tableau 4. Composantes du rendement en fonction des dimensions des trous de zaï

Traitements	Rendement grain (kg/ha)	Rendement paille (kg/ha)	Poids 1000 grains (g)
T0	2347,63 ^a ± 546,03	3750 ^{ab} ± 1004,62	210,8 ^{ab} ± 15,48
T1	859,33 ^b ± 673,39	1416,67 ^c ± 907,79	202,025 ^c ± 39,86
T2	1157,67 ^b ± 471,02	1958,33 ^{bc} ± 885,85	211,725 ^{bc} ± 12,60
T3	1063,04 ^b ± 501,66	2041,61 ^{bc} ± 906,51	171,4 ^{bc} ± 30,01
T4	1579 ^{ab} ± 557,81	229,17 ^{bc} ± 458,96	204,15 ^{bc} ± 12,58
T5	2693,04 ^a ± 680,41	4083,33 ^a ± 1838,38	238,375 ^a ± 18,62
T6	2680,45 ^a ± 746,85	3625 ^{ab} ± 643,70	235,6 ^{ab} ± 36,00
Probabilité	< 0,001	< 0,001	0,018
Significativité	HS	HS	S

T0: Sans zaï + MD, T1: zaï 15 cm + FO, T2: zaï 20 cm + FO; T3: zaï 30 cm + FO; T4: zaï 15 cm + FO + MD; T5: zaï 20 cm + FO + MD; T6: zaï 30 cm + FO + MD

4 DISCUSSION

Les caractéristiques chimiques du site d'étude selon les normes de [6], montrent un sol acide, pauvre en matière organique et en éléments minéraux N, P et K. En effet, les sols au niveau de la station de recherche sont sous culture depuis plusieurs décennies traduisant ainsi une longue période de mise en valeur répondant aux besoins de la recherche en étant le plus proche des réalités paysannes. Le sol d'étude révèle la nature réelle de la majorité des sols de la zone d'étude qui sont dans la plupart des cas très pauvres en matière organiques et en éléments minéraux dont les valeurs se situent en dessous du seuil de déficience. Les résultats obtenus sont similaires à ceux d'autres auteurs sur le même site [7, 8, 5] qui ont signalé des sols ferrugineux tropicaux désaturés de nature sablo-limoneuse moyennement acides pauvres en azote, en phosphore et en potassium. Ces caractéristiques chimiques en dépit d'un encrouement moins prononcé rappellent celles des *zippelés*, sols encroués très pauvres en matière organique et en éléments nutritifs sur lesquels le zaï est fortement recommandé et pratiqué au Burkina Faso.

Les résultats agro-morphologiques des plants de maïs au cours de l'étude ont montré des différences significatives en fonction des traitements. Les traitements T4, T5 et T6 associant (zaï + FO-fumier + NPK + urée) ont été plus performants pour la hauteur et le diamètre des plants de maïs. Par contre, les mêmes parcelles avec la fumure minérale seule (T1, T2, T3) donnent comparativement de très faibles résultats sur les mêmes paramètres observés. Ces différences constatées montrent l'importance de la fumure organo-minérale sur le développement des cultures. La fumure organique en tant qu'amendement, améliore la structure du sol, augmente l'activité biologique et contribue à maintenir l'humus du sol. Elle confère de ce fait au sol des propriétés physico-chimiques favorisant le fonctionnement en termes de rétention d'eau, de réservoir-tampon d'azote et autres nutriments assurant une meilleure alimentation des cultures [9, 10, 11]. L'apport du fumier aurait donc créé un environnement propice à la réponse des engrais minéraux apportés. En effet, la disponibilité et l'assimilation de ces éléments minéraux dans le sol dépendent de ses bonnes propriétés physiques, chimiques et biologiques [12] (Traoré, 2016). La matière organique joue un rôle très important à cet effet les propriétés du sol et en conférant un pouvoir tampon du sol, l'amélioration de sa capacité d'échange cationique (CEC), d'où une meilleure régulation du stockage et de la fourniture des ions nutritifs pour les plantes [13, 14, 15, 16]. Ainsi, les engrais minéraux NPK et urée apportés dans notre étude se solubiliseraient et libéreraient les éléments N, P et K plus facilement assimilables directement par les cultures pour satisfaire leurs besoins [7]. Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par [17], qui ont montré que le zaï + compost en culture du sorgho permettaient d'augmenter 3 fois le rendement par rapport au témoin en semis direct.

Il est couramment admis que, plus le rapport C/N d'un produit est élevé plus ce dernier se dégrade lentement dans le sol et fournit de l'humus stable [18, 19]. Des résultats obtenus par [20] indiquent que le rapport C/N des bovins de 18,12 a une minéralisation moyenne à celui de la volaille ou des porcins respectivement de 13,5 et 12. Il n'est donc pas si évident que la décomposition moyenne du fumier de bovins donnerait aux périodes critiques de la plante les éléments minéraux nécessaires en quantité suffisante. C'est pour cela que dans les zones initiales d'application du zaï, il est indispensable pour obtenir des rendements agricoles conséquents, d'associer à la fertilisation organique un apport minéral aux périodes indiquées pour assurer une nutrition adéquate des plantes. C'est ce qui explique les faibles rendements obtenus avec les traitements zaï avec le fumier uniquement par rapport au zaï+fumier+engrais minéral.

La fertilisation organique et minérale demeure donc plus efficace pour les plants de maïs que dans le cas d'un apport uniquement organique. Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par [21] au Burkina Faso, au Sénégal et au Mali qui

montrent que le *zaï* combiné à de la micro-dose de fumure minérale induit des rendements 2 à 4 fois plus élevés que ceux des pratiques traditionnelles.

Il ressort également des différences entre les dimensions des trous de *zaï* sur la croissance et le développement des plants de maïs ainsi que le rendement du maïs. On constate un impact significatif des trous de diamètre 30 et de 20 cm par rapport à ceux de 15 cm sur les paramètres physiologiques observés. Les trous de 15 cm de diamètre ont été moins performants dans notre étude. En effet, les trous de 15 cm de diamètre nettement plus petits se sont vite comblés plus après les premières pluies sous l'effet des eaux de ruissellement. Ces trous sur les parcelles T1 et T4 à 45 jours après semis, n'étaient pratiquement plus visibles, d'où une confusion entre celles-ci et les parcelles sans *zaï* (T0). Ce qui expliquerait les résultats similaires observés sur les parcelles sans *zaï* et celles avec *zaï* de 15 cm + MD. Cette fermeture des trous de *zaï* ne jouerait plus le rôle de stockage d'eau après les pluies d'où n'amélioreraient plus le bilan hydrique recherché par le *zaï* et certains avantages de la technologie. Il faut rappeler que le *zai* en plus d'améliorer les teneurs en carbone et l'azote du sol [22], il donne un meilleur bilan hydrique. Les eaux de pluies sont directement collectées et stockées dans les trous de *zaï* se maintiennent et s'infiltrent lentement et améliorent l'alimentation en eau de la plante sur une période beaucoup plus longue que dans le cas d'un semis sans *zaï*. En effet, [23] dans ses travaux sur le *zaï*, a obtenu des teneurs moyennes en eau sous *zaï* supérieures de 50% par rapport au traitement témoin (sans *zaï*) ainsi qu'une meilleure redistribution de l'eau suivant les profondeurs dans le *zaï*. Le *zaï* permet donc une meilleure rétention de l'eau dans les trous de *zaï* en augmentant par surcroît l'humidité du sol.

5 CONCLUSION

Cette étude sur le dimensionnement des trous de *zaï* et le rendement du maïs en zone sud soudanienne du Burkina Faso, a permis de montrer la performance de cette technologie par rapport au travail du sol en labour simple. Les trous de *zaï* de dimension 15 cm sont moins efficaces et sont similaires au labour simple. Cependant les trous de *zaï* de diamètre 20 et 30 cm permettent d'obtenir respectivement les meilleurs rendements grains (2,69 t/ha et 2,68 t/ha) et pailles (4,1t/ha et 3,6t/ha) de maïs. En ces temps de changement climatique ponctués par une mauvaise répartition spatio-temporelle des pluies dans la zone, le *zaï* serait un moyen d'adaptation pour en assurer des récoltes.

REFERENCES

- [1] H. Sawadogo, Bock L., Lacroix D. & Zombré N.P. Restauration des potentialités de sols dégradés à l'aide du *zaï* et du compost dans le Yatenga (Burkina Faso), Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 2008, 12 (3), 279-290.
- [2] E. Roose. Méthodes traditionnelles de gestion de l'eau et des sols en Afrique occidentale soudano-sahélienne. Définitions, fonctionnements, limites et améliorations possibles. Érosion, 1989, 10, 98-107.
- [3] N.P. Zombré. Les sols très dégradés (Zipella) du Centre Nord du Burkina Faso: dynamique, caractéristiques morpho-bio-pédologiques et impacts des techniques de restauration. Thèse de doctorat: Université de Ouagadougou (Burkina Faso), 2003.
- [4] S. Guinko. Végétation de la HauteVolta.TletT2. Thèse Doct.Es-scNat. Université de Bordeaux III, 318p+annexes, 1984.
- [5] I.A.N. Da, K. Traoré, A. Traoré, P. Bazongo, O. Traoré et H.B. Nacro. Évolution des propriétés d'un sol ferrugineux tropical soumis à différentes options de fertilisations dans un système de culture à base de coton dans la zone sud-soudanienne du Burkina Faso. Afrique SCIENCE, 2019, 15 (1) 391-402.
- [6] BUNASOLS. Manuel technique pour l'évaluation des terres, document techniques n°6, Ouagadougou; 181p. 1990.
- [7] A. Traoré, K. Traore, B.V. Bado, O. Traore, H.B. Nacro, P.M. Sedogo. Effet des précédents culturels et de différents niveaux d'azote sur la productivité du riz pluvial strict sur sols ferrugineux tropicaux de la zone Sud-soudanienne du Burkina Faso. Int. J. Biol. Chem. Sci., 2015, (9), 6. 2847-2858.
- [8] A. TRAORE, L.P. YAMEOGO, I.A.N. DA, K. TRAORE, P. BAZONGO, O. TRAORE. 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, 2019, 16 (1) 260 – 270.
- [9] P.L. Woormer, C.A. Palm, J.N. Quresri Kotto-Same J. Carbon sequestration and organic resource management in African smallholder agriculture. In "Lal R, Kimble JM, Folett RF, Stewart BA (eds). Management of carbon sequestration in soil. CRC press Inc, Boca Raton, 1998, PP 153-173.
- [10] J.L. Chotte, R. Duponnois, P. Cadet, A. Adiko, C. Vilenave, C.A. Agboba. A. Brauman. « Jachère et biologie du sol », in Floret & Pontanier, Bd., 2001: vol. II, pp. 123-168.
- [11] G. Serpantie et B. Ouattara. « Fertilité et Jachères ». In De la jachère naturelle à la jachère améliorée en Afrique tropicale, Le point des connaissances, vol II, Floret C. et Pontanier R. Cd, Paris, John Libbey, pp 2 1: 83, 2001.

- [12] A. Traoré. Effets des rotations et de la fertilisation sur le rendement du riz pluvial strict en zone Ouest du Burkina Faso. Thèse de doctorat d'Etat, Option: Systèmes de Productions Végétales, Spécialité: Science du sol. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 114p.
- [13] J.D. Bever. Soil community feedback and the coexistence of competitors: conceptual frameworks and empirical tests. *New Phytologist*, 157: 465-473. 2003.
- [14] S.Y. Useni, L.L. Baboy, L.A. Kanyenga, B.L. Assani, K. M. Mbuyi, M.N. Kasanda, K.L. Kyongo, K.L.J. Mbayo, M.M. Mpudu et K.L. Nyembo. Problématique de la valorisation agricole des biodéchets dans la ville de Lubumbashi: identification des acteurs, pratiques et caractérisation des déchets utilisés en maraîchage. *Journal of Applied Biosciences*, 76: 6326- 6337. 2014.
- [15] N.K.L. Nyembo, S.Y. Useni, K.M.D. Chinawej, Y. Kaboza, M.M. Mpundu et L.L. Baboy. Amélioration des propriétés physiques et chimiques du sol sous l'apport combiné des biodéchets et des engrais minéraux et influence sur le comportement du maïs (*Zea mays* L. variété Unilu). *Journal of Applied Biosciences*, 74: 6121-6130. 2014.
- [16] P. Bazongo, K. Traoré, O. Traoré, B. Yelemou, K.B. Sanon, S. Kabore, V. Hien et B.H. Nacro. Influence des haies de *Jatropha* sur le rendement d'une culture de sorgho (*Sorghum vulgare*) dans la zone Ouest du Burkina Faso: cas du terroir de Torokoro. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9 (6): 2595-2607, 2015.
- [17] X.N. Gnoumou, J.T. Yaméogo, M. Traoré, G. Bazongo et P. Bazongo. Adaptation au changement climatique en Afrique subsaharienne: impact du zaï et des semences améliorées sur le rendement du sorgho dans les villages de Loaga et Sika (Province du Bam), Burkina Faso, *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 2017, 19, 1, pp. 166-174.
- [18] D. Chevalier, C. Aubert, M. Leveque et C. Gadais. Caractérisation de fumiers issus de poulets de labels et estimation de rejets en azote, phosphore, potassium, zinc et cuivre. *Sciences et Techniques Avicoles*, 52: 16-20. 2005.
- [19] K. Bouajila, F. Ben Jeddi, H. Taamallah, N. Jedidi et M. Sanaa. Effets de la composition chimique et biochimique des résidus de cultures sur leur décomposition dans un sol Limono-Argileux du semi-aride. *J. Mater. Environ. Sci.* 5 (1): 159-166. 2014.
- [20] A.P.K. Gomgnimbou. Valorisation agronomique des substrats organiques d'origine animale dans la zone urbaine et périurbaine de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). Thèse de doctorat en développement rural, système de production végétale, Science du sol. IDR/UPB/ Burkina Faso. 236p, 2015.
- [21] CORAF. Coraf-action, lettre d'information pour la recherche et le développement agricoles en Afrique de l'Ouest et du Centre, N° 54. 28 p. 2010.
- [22] A. Dabre, E. Hien, D. Some, J.J. Drevon. Effets d'amendements organiques et phosphatés sous zaï sur les propriétés chimiques et biologiques du sol et la qualité de la matière organique en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 2017, 11 (1): 473-487. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i1.38>.
- [23] R.A. Todjibe. Etude des transferts d'eau sous les techniques de réhabilitation des sols dégradés au sahel burkinabè: cas du zaï. Mémoire de Master en Ingénierie de l'eau et de l'environnement (2iE), Ouagadougou, Burkina Faso, 47p. 2015.

L'évaluation ergonomique d'un dispositif de formation continue à distance des enseignants au Maroc

[Ergonomic evaluation of an in-service teacher training system for teachers in Morocco]

Rabei Ben Seghir and Aicha Abdelouahed

Laboratoire « Linguistique Générale et Didactique du FLE » (LGDFLE), Université Mohammed Premier, Oujda, 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: In the Moroccan education sector, the Ministry of National Education has set aside significant budgets for in-service teacher training. In recent years, by committing to the Digital Morocco programme, and while trying to overcome some of the constraints associated with face-to-face training, a new system of in-service distance training has been implemented. Given the interest that evaluation represents for the maintenance and improvement of the quality of a training system, we have opted, in a research, to evaluate the techno-pedagogical modality of an in-service teacher training system. In order to collect the information, we first administered an online questionnaire to the teachers participating in an online in-service training, and then we adopted an ergonomic evaluation grid in accordance with the model of Bastien & Scapin (1997). Despite the satisfaction of the majority of participants with the ease of navigation, some difficulties were noted at the technical, cognitive and organisational levels.

KEYWORDS: distance learning, distance learning device, ergonomic evaluation, continuing education, platform.

RESUME: Au secteur éducatif marocain, le Ministère de L'Education Nationale a réservé des budgets importants à la formation continue des enseignants. Dans les dernières années, en s'engageant dans le programme Maroc Numérique, et tout en essayant de surmonter quelques contraintes liées à la formation en mode présentiel, un nouveau régime qu'est la formation continue à distance est mis en œuvre. Vu l'intérêt que représente l'évaluation pour le maintien et l'amélioration de la qualité d'un dispositif de formation, nous avons opté, dans une recherche, à évaluer la modalité techno-pédagogique d'un dispositif de formation continue des enseignants. Afin de collecter les informations, on a administré d'abord un questionnaire en ligne auprès des enseignants participants à une formation continue en ligne, ensuite on a adopté une grille d'évaluation ergonomique conforme au modèle de Bastien & Scapin (1997). Malgré la satisfaction de la majorité des participants par rapport à la facilité de navigation, quelques difficultés ont été relevés aux niveaux: technique, cognitive et enfin organisationnelle.

MOTS-CLEFS: Formation à distance, dispositif de formation à distance, évaluation ergonomique, formation continue, plateforme.

1 INTRODUCTION

Depuis l'indépendance, le système éducatif marocain a connu beaucoup de chantiers qui ont tenté de répondre aux différentes attentes sociales comme la généralisation de l'enseignement ou la décentralisation allouée aux académies régionales et les universités. En 2005, le gouvernement marocain a adopté une stratégie ayant pour objectif de rendre les technologies de l'information et de la communication accessibles dans les écoles publiques.

Dans le cadre du projet Maroc Numérique, le Programme GENIE se situe au cœur de la réforme du système éducatif marocain. Dans le plan d'action stratégique du Ministère de l'Education Nationale et de la Formation Professionnelle 2013-2016, et dans le cadre des nouvelles orientations du programme GENIE 2013-2016, un nouveau modèle de dispositifs de

formation à distance est mis en vigueur sous forme des MOOC (Massive Open Online Course). Certes, ces environnements sont vus comme un moyen d'apprentissage, mais il convient aussi d'accorder un intérêt spécial aux modalités d'évaluation pour leur assurer l'efficacité et la pertinence escomptées. Face à cette situation, l'amélioration de ces supports devient une préoccupation majeure pour les responsables de ces dispositifs.

Dans ce cadre, nous nous engageons à travers ce présent article, à traiter la question problématique suivante: quelle modalité d'évaluation pour mesurer le choix de l'outil technopédagogique dans une formation continue à distance ?

Pour ce, l'article traitera les quatre axes suivants:

Le premier axe s'intéresse à la situation de la formation continue à distance au Maroc ainsi que la définition de deux concepts clés qui sont la formation à distance et le dispositif de formation continue à distance. Pour le deuxième axe, il traite la question des démarches d'évaluation permettant de déterminer la qualité d'un matériel ou d'un dispositif dans une formation continue. Quant au troisième axe, il présente le cadrage méthodologique d'une enquête sur l'évaluation d'un dispositif de formation continue à distance via une plateforme GénieTice destiné aux enseignants. Enfin, le quatrième axe présente les résultats de la recherche pratique en répondant à la question d'évaluation technopédagogique ou ergonomique d'un dispositif de formation continue à distance.

2 LA SITUATION DE LA FORMATION CONTINUE À DISTANCE AU MAROC

Dans un tel débat sur l'école marocaine, les enseignants ont été toujours considérés comme des acteurs principaux de toute réforme. Entre motivation et valorisation, la réforme leur assure, selon la charte nationale d'éducation et de formation, « des conditions sociales et professionnelles leur permettant de se dévouer pleinement et dans la dignité à ce qui est plus qu'un simple métier, une vocation ».

Une telle implication des enseignants exige aussi une qualification professionnelle par rapport aux nouveaux modèles pédagogiques. A ce propos, la charte nationale d'éducation et de formation a mis en place des actions et programmes de formations continues afin d'aider les enseignants à travailler selon dans des conditions optimales et tout en maîtrisant les méthodes et les outils pédagogiques nécessaires. Le rapport de la Commission Spéciale d'Education et de Formation [1] précise que le Programme d'Urgence propose dans son projet E3 P5 des sessions de formation continue. Il a programmé environ 1,5 million de jours de formation continue pour le personnel de l'enseignement scolaire.

En parallèle, la Fondation Mohamed VI des œuvres sociales de l'Education- Formation a mené une enquête des besoins en 2009 afin de déterminer les attentes de ses adhérents par rapport à des prestations de formation en ligne. Comme résultat, presque 90% des enquêtés étaient intéressés par la formation à distance d'où la mise en œuvre d'un dispositif de formation du projet E- le@rning. Malgré tout, la culture numérique n'est pas suffisamment ancrée dans les pratiques des enseignants. En 2011, le baromètre de la formation ouverte et à distance (FOAD) au Maroc stipule que 72% des formations dispensées sont en mode présentiel alors que 18% représente l'apprentissage mixte.

En 2013, le système éducatif marocain a connu la première session de formation continue à distance en ligne pour les enseignants. Il s'agissait d'une formation certifiée MCE « Microsoft Certified Educator » qui durait deux mois avec un examen certificatif en mode présentiel.

En 2014, et dans le cadre du programme GENIE du Ministère de l'Education Nationale et de la Formation Professionnelle, un Programme TICE et Développement Professionnel (PDP TICE) a été mis en place permettant aux enseignants d'être des utilisateurs des TICE tout en développant des situations d'enseignement-apprentissage instrumentée par les TICE. Cette formation vise également d'utiliser les outils technologiques de communication et en définir des usages pédagogiques.

Généralement, dans ces dernières cinq années, le recours à la formation continue à distance a connu un grand intérêt. Toutefois, la formation présentielle rencontrait plusieurs contraintes: public large, coût de formation élevé, formations en cascade d'où la nécessité d'un recours à un nouveau régime qu'est la formation à distance avec la mise en œuvre d'un nouveau dispositif de formation sous forme de MOOC: Massive Open Online Courses. Dans ce sens, il est nécessaire de définir deux concepts clés: la formation à distance (FAD) et le dispositif de formation à distance.

2.1 LA FORMATION À DISTANCE (FAD)

Selon l'Association Française de Normalisation, la formation à distance inclut plusieurs modalités de formation, allant des cours par correspondance au e-Learning. Il s'agit de « l'ensemble des dispositifs techniques et des modèles d'organisation » qui permettent, comme cité auparavant, à des individus de se former sans se déplacer sur le lieu de la formation et sans compter sur la présence physique d'un formateur. D'après Peraya [2]:

« La formation à distance peut se définir par rapport à la formation traditionnelle, intra-muros ou présentielle, comme étant une formation qui libère l'apprenant des contraintes d'espace et de temps, grâce à une rupture nette entre les activités d'enseignement et les activités d'apprentissage ».

La formation à distance est très ancienne. Son début remonte à 1840 en Angleterre, quand Isaac Pitman effectue la première formation à distance portant sur une méthode de sténographie. Elle était basée sur la correspondance de manuscrits. Entre 1960 et 1985, la formation à distance est devenue en mode institutionnel universitaire de formation. Grâce à la radio, le téléphone, la télévision ce mode de formation a connu un développement exceptionnel. Par ailleurs, l'arrivée des ordinateurs et par la suite du Web, dans les années 1990, lui a ajouté plus de potentialité en permettant l'interactivité entre apprenants entre eux et entre eux et leurs formateurs.

Mais lorsqu'on parle de la formation continue à distance, cela incite quelques avantages pour les formés: une formation souple, mieux adaptée aux besoins individuels et institutionnels des formés et qui favorise leur autonomie et capacité à s'auto-former. Elle permet aussi aux formés d'apprendre à leurs rythmes n'importe où et n'importe quand.

Tous ces avantages collent parfaitement aux spécificités de la formation ouverte et à distance (FOAD). Par rapport à la formation à distance (FAD), la formation ouverte et à distance permet d'introduire des notions telles que la souplesse, la flexibilité et l'accessibilité de la formation à distance. Bernard Blandin [3] renvoie la notion de formation ouverte à distance à des dispositifs de formation qui seraient:

« plus souples et d'une grande accessibilité, se déclinant en dispositifs centrés sur les activités de l'apprenant, donc ayant opéré un renversement copernicien par rapport aux dispositifs traditionnels de formation professionnelle et continue, et dont les caractéristiques principales sont l'accessibilité (souplesse de leur organisation) et/ou l'existence de situation d'autoformation pour l'apprenant.»

Une chose très importante à préciser lors de cette distinction, c'est qu'une formation ouverte ne suppose pas nécessairement l'utilisation des TIC. C'est plutôt la notion de flexibilité de la formation qui en constitue la base, puisque ce mode suggère plusieurs modalités et stratégies de formation. Ainsi, lors d'une conférence de consensus en 2000, cette définition de la FOAD a été retenue:

« Un dispositif organisé, finalisé, reconnu comme tel par les acteurs, qui prend en compte la singularité des personnes dans leurs dimensions individuelle et collective, et repose sur des situations d'apprentissage complémentaires et plurielles en termes de temps, de lieux, de médiations pédagogiques humaines et technologiques, et de ressources » [4].

Si les environnements assistés par les nouvelles technologies d'information et de communication représentent un moyen d'apprentissage, il sera nécessaire de s'intéresser aux modalités d'évaluation pour améliorer l'efficacité de l'utilisation de ces environnements informatiques nommés les plateformes.

2.2 LE DISPOSITIF DE FORMATION À DISTANCE

Comme c'est déjà mentionné, la flexibilité représente un concept clé d'une formation continue à distance. Mais, Avant de définir c'est quoi un dispositif de formation à distance, il vaut mieux revenir au concept de dispositif. Montandon [5] précise qu'un dispositif représente : « terme initialement issu du domaine technique, se caractérise toujours par un ensemble: ensemble d'éléments [...] mis en œuvre pour une intervention précise » ou « un ensemble de moyens disposés conformément à un plan »

Quant à Blandin [6] il l'a été défini, comme : « un ensemble de moyens, agencés, en vue de faciliter un processus d'apprentissage ». De son côté, Linard [7] propose une définition qui insiste sur la référence aux théories de l'action en précisant qu'il s'agit d'une « construction cognitive fonctionnelle, pratique et incarnée ».

Ce concept de dispositif n'est pas nouveau, il a été utilisé dans le champ des sciences de l'éducation et dans celui de la formation depuis les années 1970. Quant au dispositif de formation à distance, il désigne:

« Un ensemble d'acteurs (apprenants, tuteurs, responsables de formation) et d'outils techniques (ressources pédagogiques, outils d'échanges, plates-formes) organisés dans l'espace et dans le temps, en fonction d'un but d'apprentissage » [8]

D'après cette définition, on peut déduire que le dispositif de formation à distance représente un système très complexe. D'une part, par ses acteurs par rapport à leurs interactions: le dispositif est considéré comme un lieu de la construction de l'autonomie ainsi que la construction des stratégies cognitives et métacognitives. D'autre part, par une relation complexe entre les deux notions de médiation et de médiatisation.

Dans le cadre de notre présente recherche, l'évaluation de la formation elle-même est beaucoup plus complexe. Toutefois, afin d'apporter des modifications ou déterminer son efficacité, un dispositif de formation est évalué à l'aide des fiches d'évaluation distribuées à chaud par les formateurs. Mais, lorsqu'il s'agit d'un dispositif de formation continue à distance il s'avère très complexe vu ses aspects multidimensionnels.

Pour l'évaluer, il est nécessaire de prendre en considération d'autres paramètres spécifiques aux questions liées à la médiatisation et à la médiation. L'évaluation de la formation s'avère beaucoup plus complexe. Pour Parmentier, évaluer signifie [9]:

«... examiner le degré d'adéquation entre un ensemble de critères adéquats à l'objectif fixé, en vue de prendre une décision. L'évaluation s'inscrit donc dans un processus permanent de recherche d'améliorations ».

Par cette évaluation, on vise l'amélioration de l'efficacité de la formation, les méthodes et les technologies utilisées.

3 QUOI ÉVALUER DANS LA FORMATION CONTINUE ?

Généralement, évaluer l'efficacité d'une formation continue s'avère très importante. La démarche d'évaluation permet de déterminer la qualité d'un matériel ou d'un dispositif. Nietzsche disait: « Évaluer, c'est créer: écoutez donc, vous qui êtes créateurs ! C'est l'évaluation qui fait des trésors et des bijoux de toutes choses évaluées ».

Dans ce cadre, l'évaluation d'une formation se fait en deux temps:

- L'évaluation « à chaud »: c'est-à-dire que le processus d'évaluation de la formation s'effectue à l'issue immédiate de l'action de formation. Cette forme d'évaluation a pour objet de mesurer la progression ainsi que l'ajustement du cheminement et du programme. Elle évalue principalement la satisfaction des formés, soit en cours soit en fin de formation, l'atteinte des objectifs de la formation poursuivis. Pour ce, on fait distribuer des questionnaires comme outils de recueil de données auprès des formés.
- L'évaluation à « froid »: il s'agit d'évaluer l'action de formation après son achèvement en quelques jours ou semaines. Son objet est de déterminer l'atteinte des objectifs de la formation exprimés en termes de compétences professionnelles. Dans cette forme d'évaluation plusieurs outils s'avèrent importants comme: guide d'observation, questionnaire d'auto-évaluation et l'entretien de suivi.

Donald Kirkpatrick [10] a défini un modèle d'évaluation de la formation basé sur quatre niveaux d'évaluation: évaluation des réactions, évaluation des apprentissages, évaluation du niveau de transfert et finalement l'évaluation des résultats.

Quant à François-Marie GERARD [11], il considère qu'il y a des évaluations de l'efficacité de la formation. Ces évaluations sont déclinées en trois axes:

- Le premier axe concerne l'évaluation des acquis, ou l'évaluation de l'efficacité pédagogique par rapport aux objectifs atteints.
- Le deuxième axe concerne le niveau de transfert en ce qui concerne les acquis de la formation et qui sont appliqués sur le terrain.
- Le troisième concerne l'impact de la formation en termes de nouvelles compétences des formés acquises et évoluées en situations de travail.

Pourtant, la formation demande beaucoup de moyens, de ressources et même de dépenses. Mais, lorsqu'on parle d'une formation continue à distance, une telle évaluation présente plusieurs difficultés de réalisation. Si l'évaluation est un processus qui fait partie intégrante de la formation continue, il faut donc l'inscrire dans une démarche d'amélioration continue. Une telle évaluation de la formation ne doit pas seulement se limiter encore à l'évaluation de la satisfaction des formés, à chaud, en sortie de la formation. L'évaluation de la formation continue à distance doit faire l'objet de plusieurs évaluations: évaluation des comportements, évaluation des résultats, évaluation technique et ergonomique des outils techno-pédagogiques mis en œuvres, etc.

C'est dans ce cadre où se lance notre recherche qui va essayer de définir la modalité d'évaluation technopédagogique ou ergonomique comme l'une des modalités d'évaluation d'un dispositif de formation continue à distance pour les enseignants.

4 LE CADRE METHODOLOGIQUE

Cette étape de notre recherche consiste à évaluer un dispositif de formation continue à distance des enseignants via une plateforme GénieTice accessible à travers le lien suivant: <https://canvas.instructure.com>. Il s'agit d'une formation continue à distance étalée sur trois mois, destinée aux enseignants des trois cycles (primaire- collégial et qualifiant), et qui appartiennent

à la région de l'AREF Tanger- Tétouan- Hoceima. Au niveau pratique, nous allons combiner des éléments de la recherche à la fois qualitatifs et quantitatifs. Pour ce, on va adopter la méthodologie mixte.

4.1 OUTILS ET PROCEDURES DE COLLECTE DES DONNEES

4.1.1 LE QUESTIONNAIRE

Notre enquête est fondée sur la mise en œuvre d'un questionnaire en ligne destiné aux enseignants (les formés) et qui ont participé à la formation continue à distance via la plateforme GénieTice. Ce questionnaire a regroupé des questions à choix multiples, ouvertes et fermées concernant l'aspect technologique comme modalité d'évaluation d'un dispositif de formation continue à distance des enseignants.

4.1.2 LA GRILLE D'EVALUATION ERGONOMIQUE

Il existe deux types de méthodologies d'évaluation ergonomique des interfaces web: les tests utilisateurs et l'inspection ergonomique.

Lors des tests utilisateurs, un ou plusieurs utilisateurs participent à l'exploration libre à l'exécution de tâches réelles. Lors de ces tests, on s'intéresse aux performances et aux comportements des utilisateurs lors d'interaction avec l'interface.

Pour l'inspection ergonomique, c'est une méthode qui s'applique aux caractéristiques des interfaces exécutée par des évaluateurs, que ces derniers soient experts ou non en ergonomie. Parmi les méthodes d'inspection on trouve:

- L'évaluation de la conformité à un ensemble de recommandations (guideline reviews)
- L'analyse de la conformité à des normes (standards inspection), dimensions, heuristiques.

Dans le cadre de notre recherche, on va procéder à une combinaison des deux méthodes: on aura recours aux deux utilisateurs de la plateforme évaluée et une inspection ergonomique tout en se référant aux normes ergonomiques de Scapin et Bastien (1997) dont voici ces critères et sous critères:

Critères	Sous critères
1.Guidage	1.1. Incitation 1.2. Groupement / Distinction entre Items 1.3. Feedback Immédiat 1.4. Lisibilité
2. Charge de travail	2.1. Brièveté 2.2. Densité Informationnelle
3. Contrôle explicite	3.1. Actions Explicites 3.2. Contrôle Utilisateur
4. Adaptabilité	4.1. Flexibilité 4.2. Prise en compte de l'expérience de l'utilisateur
5. Gestion des erreurs	5.1. Protection des erreurs 5.2. Qualité des erreurs des Messages 5.3. Correction des erreurs
6. Homogénéité / Cohérence	
7. Signifiante des Codes et Dénominations	
8. Compatibility	

4.2 COMBIEN D'EVALUATEURS ?

Le nombre de personnes qui vont participer à cette inspection ergonomique n'est pas intéressant vu que l'objectif de cette évaluation c'est de détecter qu'un problème existant soit effectivement rencontré par au moins un des évaluateurs. On va procéder de façon itérative avec un petit groupe de 5 testeurs. L'argument avancé par Nielsen et Landauer (1993) est qu'il vaut mieux utiliser 15 utilisateurs en corrigeant les défauts identifiés par les 5 premiers, puis en réitérant la démarche trois fois, que d'utiliser d'emblée les 15 utilisateurs. Pour ce, on va administrer cette grille aux 5 étudiants du master IFTIC (master à distance en ingénierie de formation et technologie d'information et de communication) à l'Université Mohamed Premier (Oujda-Maroc), parce qu'ils ont déjà étudié au cours de leur parcours en master les critères ergonomiques de Scapin et Bastien. Parmi ces évaluateurs, on trouve deux utilisateurs de la plateforme GénieTice qui ont poursuivi cette formation continue à distance.

5 RESULTATS

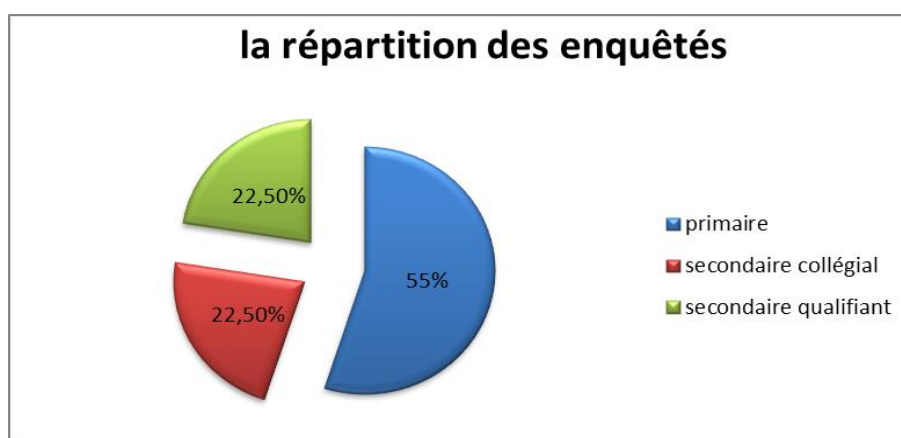
5.1 ELEMENTS D'ECHANTILLONNAGE

Pour définir la taille d'un échantillon, Dornyei [12] fournit quelques précisions:

- Appliquer un taux compris entre 1 et 10 % de la population, avec un minimum de 100 participants, c'est une règle approximative utilisée par les chercheurs;
- L'échantillon doit avoir une distribution normale, ce qui implique un seuil minimum de 30 personnes;
- Fixer le seuil minimum de l'échantillon en fonction des sous-groupes identifiés dans la population;
- Laisser une marge de manœuvre suffisante pour compenser les abandons au cours des recherches.

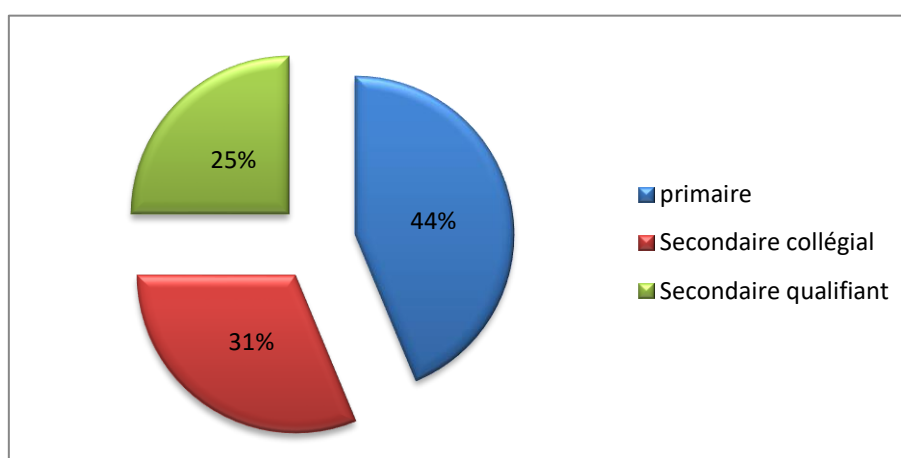
Dans le cadre de notre recherche, le questionnaire en ligne est l'instrument de collecte de données. Mais pour une raison d'avoir peur d'une faible représentativité des répondants, on a administré le questionnaire à tous les participants inscrits. Il s'agit d'un effectif de 82 enseignants des trois cycles (primaire- collégial et secondaire), appartenant à la région de l'AREF Tanger- Tétouan- Hoceima.

Par ailleurs, le pourcentage des répondants aux questionnaires était généralement représentatif puisqu'on a retenu la réponse de 41 enseignants d'où un pourcentage de 50%. Ces répondants sont répartis selon le cycle d'enseignement de la façon suivante:



Graphique 1. La répartition des enquêtés selon le cycle d'enseignement

Selon les questionnés, 60 % d'entre eux ont déjà poursuivi une formation à distance contre 40 %. Ces derniers (qui n'ont jamais poursuivi une formation continue à distance antérieure) sont répartis selon leur cycle d'enseignement de la façon suivante:



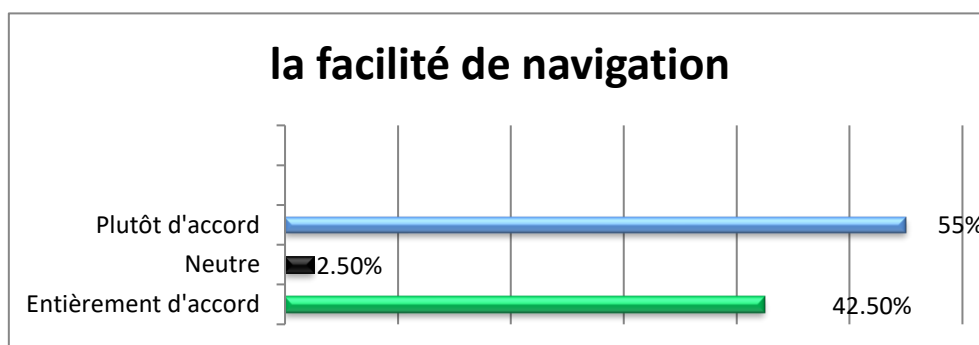
Graphique 2. La répartition des enquêtés qui n'ont jamais fait une formation à distance antérieure selon le cycle d'enseignement

5.2 RESULTATS DE L'EVALUATION ERGONOMIQUE

5.2.1 SELON LE QUESTIONNAIRE

Avant d'entamer les résultats de notre grille d'évaluation ergonomique qui était adressée à cinq évaluateurs, il va falloir donner les résultats obtenus du questionnaire en ligne en ce qui concerne les difficultés rencontrées au niveau technique.

Comme le montre le graphe n°3, 55% des utilisateurs ont prouvé qu'ils sont plutôt d'accord sur le fait que la navigation sur la plateforme était facile.



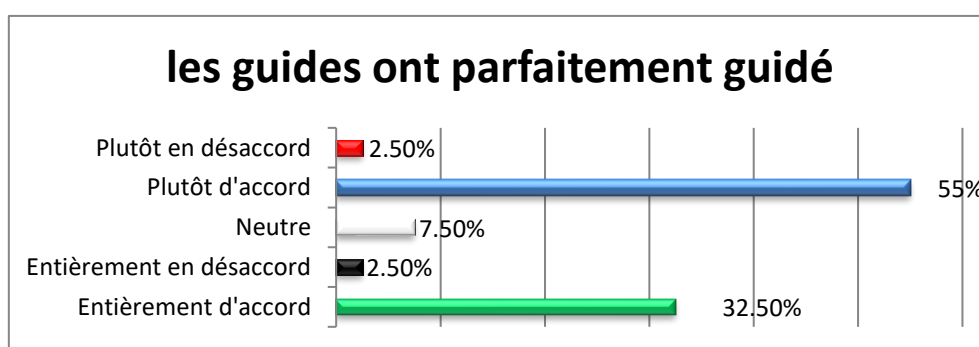
Graphique 3. Le degré de la facilité de navigation des enquêtés dans la plateforme.

Parmi les principaux problèmes d'ordre technique auxquels les 12,5% des formés ont été confrontés, nous avons récupéré, dans le tableau qui suit, l'essentiel de leurs réponses et que nous les avons classées par type de difficulté:

Tableau 1. Les difficultés techniques rencontrées chez les enquêtés par type

Type de difficulté	Réponses des enquêtés
Technique	" Navigation sur la plateforme", " Problèmes de connexion", " Accessibilité aux outils "
Organisationnelle	" Déposer les devoirs ça au début "
Cognitive	"Certains enseignants n'ont pas acquis les compétences techniques requises pour accéder à la plateforme"

Au niveau de guidage, 55 % des utilisateurs étaient plutôt d'accord qu'ils sont parfaitement guidés au niveau de la navigation sur la plateforme, alors que seulement 2,5% qui étaient plutôt en désaccord comme l'indique le graphe suivant:



Graphique 4. Le niveau d'accord des enquêtés par rapport aux guides de la plateforme

5.2.2 RESULTATS SELON LA GRILLE D'EVALUATION ERGONOMIQUE

Comme c'est déjà précisé, l'objectif de cette évaluation est de détecter qu'un problème existant soit effectivement rencontré par au moins un des évaluateurs. Le tableau suivant récapitule ces différents problèmes techno-pédagogiques

rencontrés par les évaluateurs ergonomiques dans le but de les traiter et les améliorer par la suite par les concepteurs du dispositif de formation continue à distance:

Tableau 2. Les problèmes ergonomiques détectés par les évaluateurs par rapport à l'aspect techno-pédagogique

Evaluateurs	Problème détecté au niveau		Justifications
	Critère	Sous-critère	
N° 1 et N° 3	1. Guidage	1.3. Feedback immédiat	Un retard au niveau du feedback immédiat
N° 1 et N° 3	2. Charge de travail	2.2. Densité informationnel	Beaucoup d'informations affichées ce qui nuise la concentration des utilisateurs.
N° 1	3. Contrôle explicite	3.2. Contrôle utilisateur	Problèmes au niveau du contrôle du cheminement et du déroulement des actions.
N° 1 et N° 3 et N° 4	5. Gestion des erreurs	5.1. Protection contre les erreurs	Aucun moyen pour détecter et prévenir les erreurs dans la navigation. Présence du correcteur d'orthographe dans l'éditeur de texte.
N° 2 et N° 3 et N° 4 et N° 5	4. Adaptabilité	4.1. Flexibilité	<i>La navigation est figée.</i> <i>Aucun moyen pour personnaliser le déroulement du parcours.</i> <i>Aucun moyen pour personnaliser l'interface du parcours</i>
N° 3 et N° 4	2. Chargede travail	2.1. Brièveté	<i>L'usage de deux langues entraine une charge de travail pour les participants.</i>
N° 4	1. Guidage	1.4 Lisibilité	<i>Quelques boîtes de dialogue contiennent une écriture très petite, ainsi que la couleur du fond (grise) ne facilite pas la lecture de l'écriture noire.</i>
	4. Adaptabilité	4.2 Prise en compte de l'expérience de l'utilisateur	<i>L'expérience des utilisateurs n'est pas prise en considération. Les mêmes fonctionnalités sont prévues pour les novices et pour les experts</i>
N° 5	8. Compatibilité		<i>L'utilisateur de cette plateforme est censé avoir un certain niveau en informatique et TIC, tandis que le contenu du dispositif propose la découverte des fonctionnalités des composantes de l'ordinateur.</i>

NB: les évaluateurs n° 1 et n° 2 sont en même temps des utilisateurs de la plateforme c'est-à-dire des participants à la formation continue à distance.

D'après le tableau, tout en essayant de répondre à la question de recherche concernant l'aspect techno-pédagogique, on peut prédire que, pour que le dispositif de formation continue à distance mis en œuvre pour les enseignants puisse respecter les aspects ergonomiques, il doit réviser les critères ergonomiques liés à:

- Guidage comme critère qui indique les moyens mis en œuvre pour conseiller, orienter, informer l'utilisateur, mais la révision de ce dispositif de formation à distance doit cibler les deux sous-critères suivant: d'une part au niveau du feedback immédiat c'est-à-dire les réponses aussi immédiates que possible qui doivent être fournies à l'utilisateur pour lui renseigner sur l'action accomplie et sur son résultat. D'autre part, au niveau du sous critère qu'est la lisibilité concernant les caractéristiques lexicales de présentation des informations sur l'écran.
- La Charge de travail comme critère qui veut dire l'ensemble des éléments de l'interface qui jouent un rôle dans la perception et la mémorisation des informations. Deux sous-critères, qui participent au critère charge de travail, doivent-être révisés: la brièveté, et la densité informationnelle.
- Contrôle explicite concerne deux principaux facteurs: d'abord la prise en compte par le système des actions explicites des utilisateurs, ensuite le contrôle dont disposent les utilisateurs sur le traitement de leurs actions. Le

dispositif de formation continue à distance mis en œuvre doit réviser le sous critère le contrôle des utilisateurs car ce contrôle des utilisateurs sur le dialogue est un facteur très important au niveau d'acceptation du système.

- Adaptabilité qui consiste à fournir à l'utilisateur des procédures et des commandes différentes leur permettant d'atteindre un même objectif. Ce dispositif doit prendre en considération, au niveau des recommandations, les deux sous-critères: la flexibilité qui vise les moyens mis à la disposition des utilisateurs pour personnaliser l'interface et la prise en compte de l'expérience de l'utilisateur.
- Gestion des erreurs qui représente les moyens mis en œuvre permettant d'éviter ou réduire les erreurs, et les corriger lorsqu'elles surviennent. Le sous-critère qui doit être corrigé est celui de la protection contre les erreurs car il faut à chaque fois prévenir les utilisateurs face aux actions ou commandes néfastes perturbatrices.
- Compatibilité au niveau de la présentation des fonctionnalités utiles et les objets importants pour la réalisation des tâches proposées. Ce critère concerne aussi le degré de similitude entre les divers environnements ou applications.

6 CONCLUSION

Notre recherche a porté sur le thème de l'évaluation d'un dispositif de formation continue à distance des enseignants. L'objectif de cette recherche est de traiter la problématique de la complexité liée à l'évaluation d'un dispositif de formation continue à distance. Compte tenu des spécificités de ce nouveau mode de formation continue, et vu l'intérêt que représente l'évaluation pour le maintien et l'amélioration de sa qualité, nous nous sommes engagés à répondre à la question problématique suivante: quelle modalité d'évaluation technopédagogique d'un dispositif de formation continue à distance pour les enseignants au Maroc ?

En outre, parler d'un dispositif de formation continue à distance c'est parler aussi de l'outil techno-pédagogique. Il s'agit du choix d'une plateforme adéquate c'est-à-dire le choix d'un « logiciel qui assiste la conduite des enseignements à distance » dont l'existence de trois utilisateurs: l'enseignant, l'apprenant et l'administrateur. Via cette plateforme, la formation continue à distance doit transmettre un savoir grâce à un dispositif de formation à distance précis. Pour ce, on peut retenir la définition de Hugues Choplin: « Un ensemble d'acteurs (apprenants, tuteurs, responsables de formation) et d'outils techniques (ressources pédagogiques, outils d'échanges, plates-formes) organisés dans l'espace et dans le temps, en fonction d'un but d'apprentissage ». D'après cette définition, on a pu conclure que le dispositif de formation à distance représente un système très complexe puisqu'il relie plusieurs composantes comme les acteurs, les stratégies cognitives et métacognitives, l'autonomie et même la relation complexe entre la médiation et la médiatisation. Toutes ces composantes rendent l'évaluation d'un dispositif de formation continue à distance difficile car cette dernière doit les prendre toutes en considération.

Pour conclure, l'évaluation d'un dispositif de formation continue à distance n'est pas une tâche mince vu la prise en compte de plusieurs composantes ainsi que les caractéristiques liées au mode de formation à distance. Dans ce sens, Alan Jay Perlis disait [13]: « il ne faut pas évaluer les programmeurs par leur ingéniosité ou leur logique, mais par l'exhaustivité de leur étude de cas ».

REFERENCES

- [1] MEN (Ministère de l'Éducation nationale). Charte de l'Éducation et de la Formation, 1999, consultable sur la page: http://www.cosef.ac.ma/charte/partie_2/espace3.htm.
- [2] Peraya, D., « Réalisation d'un dispositif de formation entièrement ou partiellement à distance ». Genève:.
- [3] Bernard, M., « Penser la mise à distance en formation », Paris: L'harmattan, p.298, 1999.
- [4] Collectif de Chasseneuil, « Accompagner des formations ouvertes. Conférence de consensus », Paris, 2001.
- [5] Montandon.C., « Approches systémiques des dispositifs pédagogiques. Enjeux et méthodes », Paris: L'Harmattan, 2002.
- [6] Blandin B., « Les mondes sociaux de la formation », Education permanente, n° 152, p. 199-201, 2002.
- [7] Linard M., « L'écran de TIC, « dispositif » d'interaction et d'apprentissage: la conception des interfaces à la lumière des théories de l'action », Intervention au Colloque Dispositifs et Médiation des Savoirs, Louvain-La-Neuve, 24-25 avril 1998, <http://edutice.archivesouvertes.fr>.
- [8] Concevoir et mettre en oeuvre des dispositifs de formation ouverte et à distance – Rapport final de recommandations. Coordination: Hugues Choplin - CRIPT.
- [9] Parmentier, C., « L'ingénierie de formation », Paris: Eyrolles - Editions d'Organisation, 2008.
- [10] Donald L. Kirkpatrick and James D. Kirkpatrick, « Evaluating Training Programs: The Four Levels» Easyread Comfort Edition, 2006.
- [11] GERARD, F.-M., « L'évaluation de l'efficacité d'une formation », Gestion 2000, Vol. 20, n°3, p.13-33, 2003.
- [12] Z.Dorneyi, « Research Methods in Applied Linguistics», Oxford: Oxford University Press, p.99, 2007.
- [13] Alan Jay Perlis, « Epigrams on Programming», 1982.

