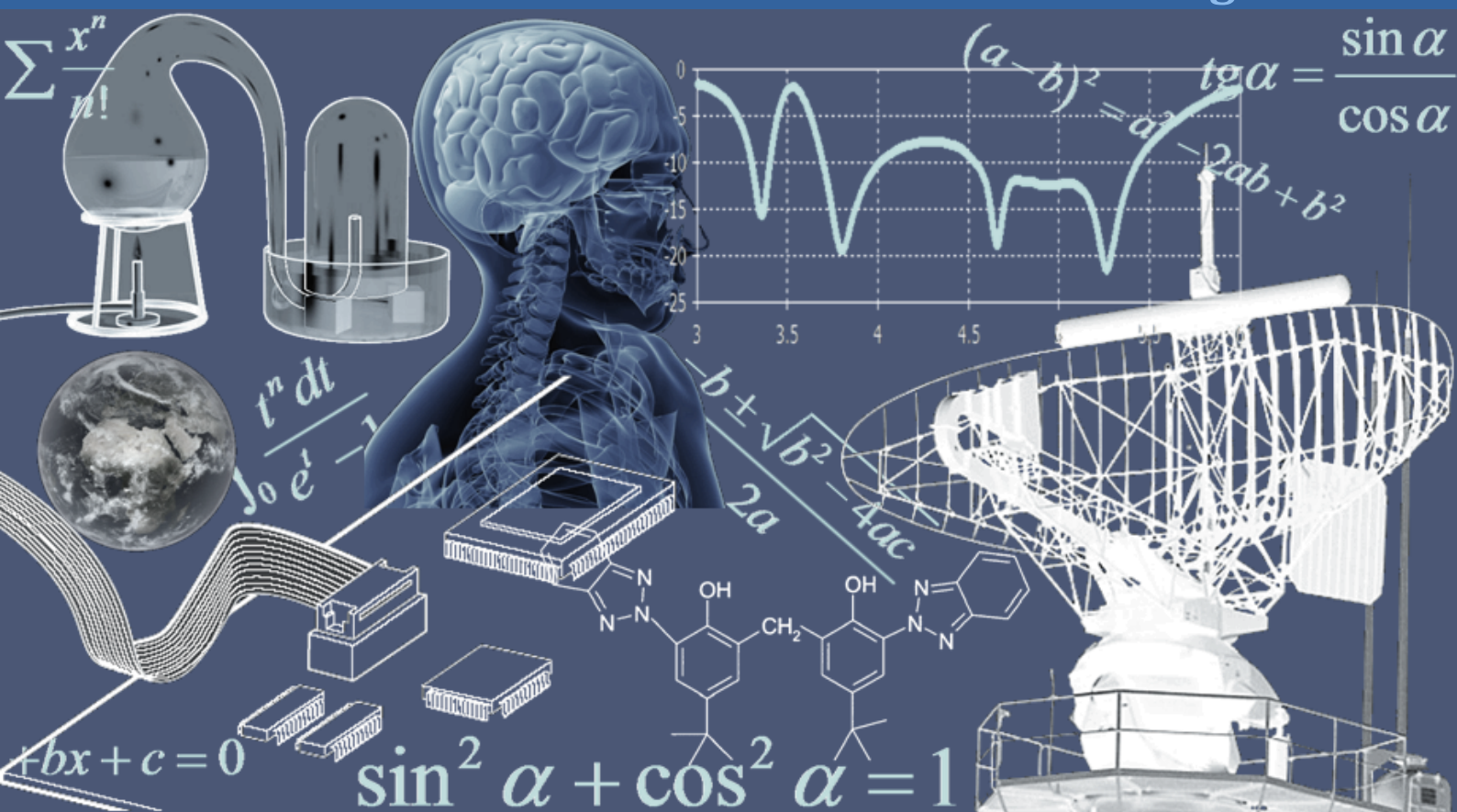


# INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 30 N. 2 August 2020



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



## *Table of Contents*

Investigating the Influence of Workplace Promotion on Employees' Performance in Zanzibar Public Sectors <i>Adilu Mussa Salim</i>	460-467
In-service Trainings and Desired Performance of Academic Staffs in Higher Learning Institutions: Challenging Strategic Human Resource Development Perspective <i>Adilu Mussa Salim</i>	468-476
Exploring Customers' Perception on Adoption and Use of Electronic Banking Services in Tanzania Commercial Banks <i>Adilu Mussa Salim</i>	477-486
L'enseignement au Congo, un tremplin ou une carrière chez les jeunes: Enquête menée auprès des étudiants de l'Institut Supérieur Pédagogique de Kindu <i>Pascal Kugana Ndasi</i>	487-495
Effets de conjugaison polaire directe sur le groupe azoté dans les sels N-méthoxycarbonyl- (oxy)-pyridiniums <i>AGBODAN Kokou Agbékonyi, Simalou Oudjanjyobi, TCHANI Gneiny Whad, and Jondo Koffi</i>	496-501
Réflexion pédagogique et didactique sur l'enseignement/apprentissage d'un cours d'introduction aux bases de données <i>Lynda Farza</i>	502-516
Impact of Cashless Policy on Financial Inclusion in Nigeria <i>Clifford Chilasa Agbaeze</i>	517-526
Les incidences des importations sur l'inflation en RD Congo de 1980 à 2016 : Une approche de co-intégration basée sur le Modèle Vectoriel à Correction d'Erreur (VECM) <i>Jean Paul LISELE SHUWA and Piva Asaloko Prince</i>	527-534
The Microbiological Quality of Commercialized Food Products in Northwest of Morocco <i>Insaf Ghailani, Adnane Louajri, Asmae Zawjal, El Ouardy Khay, and Said Barrijal</i>	535-542
Grossesse interstitielle - diagnostic et traitement médical: A propos d'un cas <i>Hanane Ouhamé, Fatima E Hassouni, Fatima Zahra Belkouchi, Samir Bargach, and Mounia Yousfi</i>	543-545
Application des méthodes statistiques à l'étude hydrogéochimique des eaux souterraines de la Dorsale de Beni Hassan (Rif septentrional, Maroc) <i>Redouan Alilouch, Karim El Morabiti, Abdel Aziz El Mrihi, and Mahamat Ouchar Al-Djazouli</i>	546-562
L'effet des fertilisants organiques (crottin de chèvre et fumier de vache) sur la croissance: Le développement et le rendement de bananiers en station de Mulungu <i>Shabani Salumembe, Dambo Shungu, Kashema Balola, Musimwa Kashamuka, Mundundu Kasanziki, Nzama Djaimbu, Mafutala Njjadi, Kalome Kabaseko, Bulambo Kilonjo, and Takubusoga Wakilongo</i>	563-570
Aménagement hydro-agricole et dynamique spatio-temporel des unités d'occupation des terres dans le bassin versant de Tapoa, Burkina Faso <i>Samuel Yonkeu, Belem Mamounata, and Malkouma Hassane Dabiemo</i>	571-585
Caractérisation pétro-sédimentaire et étude géotechnique des formations de subsurface d'Attikiékoï (Sud-est du bassin Ivoirien) <i>Akoua Clarisse Kra, Fori Yao Paul Assale, Assié Aristide Kouao, Boliquibia Ouattara, and Souleymane Soro</i>	586-596
Heavy metals impacted soils from dumped municipal solid waste in Buterere - Burundi: Health risk assessment <i>Norbert Manirakiza, Théophile Ndikumana, and C. Gisèle Jung</i>	597-606
Etude de la substitution de soja (Glycine max) par le niébé (Vigna unguiculata) dans l'alimentation des poulets de chair à Kabinda: Influence sur les performances zootechniques <i>Masanga Kishiko Gustave, Ngoyi Nsomue Adolphe, Kandolo Lumami Albert, Ngoyi Kasongo Chadrick, Ngoyi Kasongo Francois, Ngoyi Musaya, Muanyine Ebondo Crispin, Ndjibu Nsapu Laurent, and Yashima Yangoy Alphonse</i>	607-613
The effect of using information and communication technology in improving the teaching and learning of life sciences lesson	614-620

Abdelkhalek Touahar

L'efficacité clinique de la thérapie cognitivo-comportementale dans la gestion des troubles temporo-mandibulaires : Revue systématique de la littérature 621-632

B. Mbarki, I. Boujoual, B. Ouallal, and A. Andoh

Nutritional value and microbiological quality of potential complementary foods formulated from the combination of fonio, soybean and mango flours 633-641

Aqnan Marie-Michel Combo, Kra Athanase Kouassi, Koffi Pierre Valery Niaba, Kouassi Clément Kouassi, Ahou Diane Edwige Konan, Adomon Jean-martial Gérard Ado, and Grah Avit Maxwell Beugré

Interpretation of geophysical data and contribution to improving the knowledge of an oil and gas lead from the Congo Basin: Case of lead A in block 7 of the Cuvette Centrale basin in DR Congo 642-659

Eli-Achille Manwana Mfumukani, Joseph Pilipili Mawezi, Raïs Seki Lenzo, Lievens Masengo Mishindo, Hugues Makima Moyikula, Rally Kimpese Talong, Grady Kalonji Lelo, and Alidor Kazadi Mutambayi

The Influence of Cultural Values and Social Responsible Consumer Behavior: A Case Study of Moroccans Consumers 660-666

Salwa Mkik and Maroune Mkik

Household Food Consumption Profile of Maize Farmers in Rural Areas: Burkina Faso's Hauts-Bassins Region Case 667-687

Michel Kéré, Vinsoun Millogo, Benjamin Schwab, Hodjio Massandjo, Albert Barro, Timothy Harrigan, Alex Winter-Nelson, Robert Burdick, Georges Anicet Ouedraogo, and Ajit Srivastava

Apport des activités physiques sur les symptômes physiologiques des femmes ménopausées de Kinshasa 688-695

Melchade Tau Atiani

## Investigating the Influence of Workplace Promotion on Employees' Performance in Zanzibar Public Sectors

*Adilu Mussa Salim*

Faculty of Business Administration, Zanzibar University, Zanzibar, Tanzania

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** The purpose of this investigation has been to measure the influence of workplace promotion on employees' performance in Zanzibar public sectors through promotional procedure, policy and management attitudes viewpoints. The case study research design was adopted to investigate this contemporary phenomenon and employed self-administered questionnaires for 40 individuals and proprietors in local Business and Property Registration Agency-a public sector operating in Zanzibar, Tanzania. The primary data collected were supplemented with secondary data and analysed using quantitative procedures. The result shows the presence of correlation between promotion and employees' performance with significance at 5% level. The management attitude is 0.523 and employees have faith to management attitude ( $P= 0.001$ ), promotional policy, is 0.425 which facilitates employees to attain goals with ( $P= 0.005$ ). Promotional procedure also revealed 0.546 that increases employees' performance and commitment with correlation of ( $P= 0.001$ ). The results show that strong relationship exist in perceived performance and strength of promotional policy, promotional procedure and employees' performance and relationship also exist in management attitude on promotion and employees' performance which means promotional procedures and practices have to be fully implemented in public organizations for better employee's performance.

**KEYWORDS:** Working Environment, Promotion, Performance, Public Institutions, Zanzibar.

### 1 BACKGROUND AND INTRODUCTION

A working environment is the essential phenomena in any place of working since it contribute to the high extent of the performance of employees in the organization (Patrick Herzberg, F. (1968). In the 1990's, the factors of working environment had changed due to the changes in several factors such as the social environment, information technology and the flexible ways of organizing work processes Gupta, C.B. (2005). When employees are physically and emotionally fit will have the desire to work and their performance outcomes shall be increased. Moreover, a proper workplace environment helps in reducing the number of absenteeism and thus can increase the employee's performance which leads to contribute in productivity at the workplace (Boles et al.2004).

One among the important aspect of working environment is promotion. This is the practice of placing employees from lower grades in the organization into higher grades with subsequent increase in salary on one hand and responsibilities on the other hand. In the modern working environment the organization used promotion as a tool of developing competitive spirit, to attract trained, competent and hardworking People, recognize an employee's skill and knowledge, increase sense of belongings and impress other employees that opportunities are available for them too if they also perform well.

In the USA and UK, promotion is effectively undertaken through the base of seniority (Bhattacharyya, 2002). In developing countries, the employee promotion yet remains a critical issue that is why given essential priority and constitutionally right to employees. As in India, the Supreme Court has ruled that a government employee has a fundamental right to be considered for promotion and it is mandatory for the centre and states to carry out cadre view of eligible officers for promotion to the Indian service. (<http://www.indiaexpress.com>, 14/11/ 2012)

In Zanzibar-Tanzania, promotion of public servants is effected in accordance with the Public service management policy (2010), Public Service Regulations (2014), and the Public service Act. No. 2 (2011). These provisions insist on promotion on merit, based on academic qualification, performance, skills, personal qualities and job experience. Despite the fact that different government initiatives have been made by the government, still there are some challenges facing an implementation of employee promotion within government organizations

### 1.1 PURPOSE AND SIGNIFICANCE

Evidence shows that, there has been a dilemma on whether there is a direct influence of promotion on employees' performance in public sector offices and no reported research has been found that directly addresses the impact of promotion towards employees' performance in public institutions in Zanzibar. Thus, the purpose of the study is to assess the impact of promotion on employees' performance in Zanzibar public sectors with case observation from Business and Property Registration Agency (BPRA) under the Ministry of Trade, Industries and Marketing.

In Zanzibar public sectors, poor personnel promotion practice is a challenge facing majority of workers in civil service which have special impact to improved performance and human resource at large. The 2001/2002 National Manpower survey conducted by the government had identified that 75.9% of employees were not promoted for the last five years (RGZ 2004). The situation is more painful to professional and skilled personnel where the problem of employees' promotion has been spilling over to wastage of manpower, labour turnover and brain drain (Semboja, 2007). This study will be useful to the public sector so as to evaluate the working environment in order to improve the performance of employee and specifically at the Business and Property Registration Agency. The study may assist both public and private sector to review the employee promotional policy and procedure as a part of working environment and find the possible ways to make better environments to attract the respective employees. Moreover, the study is expected to contribute to policy formulation and strategic intervention through working environment in both public and private sectors.

### 1.2 LITERATURE OUTLOOK

Working environment has been defined by Abbott, J. (2003) as an entirely situation comprises the totality of forces, actions and other influential factors that are currently and, or potentially contending with the employees' activities and performance. Working environment is the sum of the interrelationship that exists within the employees and the environment in which the employees work. Brenner (2004) was of the opinion that "the ability to share knowledge throughout organizations depends on how the work environment is designed to enable organizations to utilize work environment as if it were an asset. This helps organizations to improve effectiveness and allow employees to benefit from collective knowledge". In addition, he argued that working environment designed to suit employees' satisfaction and free flow of exchange of ideas is a better medium of motivating employees towards higher productivity and performance. In Uganda, a study conducted by (Chris, 2009) titled promotion as a motive factor was conducted in Kampala central with a case of Uganda Police Force (UPF) and specifically procedures used in promotion of the Uganda Police Officers, the effectiveness of promotion as a motivation, suggesting the possible way to improve performance at workplace in police force and procedures which the Uganda police forces uses in the exercise of promoting its officers were studied. Peter (2014) conducted a study in Dar es Salaam city exploring the impact of promotion on employees' performance. The study specifically assessed positive impacts of promotion to the individual employees and organization performance, factors that hinder effective implementation of promotion practice to employee of Dar es Salaam city council, and implementation of promotion procedures.

Haji (2013) on assessing factors affecting employees' performance in Zanzibar Government organizations was reviewed. The study used a case of Ministry of Social Welfare, Youth, Women, and Children Development specifically studying about Performance Appraisal system in Zanzibar organizations, implementation of scheme of services in Zanzibar government organization toward promotion processes and examining Institutional financial capacity and how it meets the promotion requirements and lastly assessment of the implementation of promotion policy.

### 1.3 EMPLOYEE PERFORMANCE

Sinha (2001) stated that employees' performance is depending on the willingness and also the openness of the employees itself on doing their job. He also stated that by having this willingness and openness of the employees in doing their job, it could increase the employees' productivity which also leads to the performance. Stup (2003) also explained that to have a standard performance, employers have to get the employees task to be done on track as to achieve the organization goal or target. By having the work or job done on track, employers could be able to monitor their employees and help them to improve their performance.

**1.3.1 THE CONCEPT OF PROMOTION**

Gupta (2012) defined promotion as that advancement of employee from low job responsibilities to take higher responsibilities of more status in an organization with the increased salary. In other words it refers to assigning higher level job responsibilities to an employee and better working condition and with the advancement of payment. It may happen that an employee to be assigned greater responsibility without increase of salary this is called dry promotion. For example, when a school class teacher is appointed to be a discipline master, Academic master or head of English department it is termed as dry promotion (Gupta ibid 2005). Promotion may be made permanent or temporary according to the posts in an organization.

**1.3.2 THE ADAMS EQUITY THEORY**

This theory suggests that individuals compare themselves with others in an equivalent position is treated in the same manner. According to Adam (1963), individuals are motivated when they perceive that are treated equitably in comparison to others within the organization. Therefore, the application of this theory in promotion process is that employees to be promoted in an organization should be considered equally basing on their performance to make the process equitably. Equitably promotion should consider evaluation of employees' inputs and associate with outcome if the comparison perceived to be similar equity exist and vice versa is true (Anorld & Feldman 1986; Bateman and Snell, 1999).From this theory, Managers involved in promotion process have to consider two things equal chance for promotion among all employees and the relationship between employees' inputs and outputs (Hellriegel, Slocum and Woodman 1998). In simple language employees should be considered equally during promotion process and also promotion should equity between employees' performance and the promotion to be given.

**2 MATERIALS AND METHODS**

Case study design has been adopted in this study because of its viability and flexibility in terms of data collection and methods of analysis. It has enabled the investigator to discover as much as possible, provision of useful insight and depth understanding about impact of working environment on employees' performance at BPRA. The population of 40 of which 14 female and 26 male, Officer Grade II (6), Senior Officers (5) Assistant Officers Grade III (5), Assistant Officers Grade II (5) Officers Assistant Grade I (5), Supporting Staffs (12), Principal Officers Grade I (2) were intercepted. This was determined in line with Roscoe's (1970) rule of thumb that states sample size between 30 and 500 is sufficient for a study. This number is considered to be large enough to yield reliable data and to guard against non-responses. The questionnaire helped to generate a comprehensive understanding of the research problem and the distribution of the respondents was as shown in table 1 below.

*Table 1. Categories of respondents*

<b>Categories of Respondents</b>	<b>Number of respondents</b>
Senior Officers	5
Officer Grade II	6
Supporting staffs	12
Assistant Officer Grade III	5
Assistant Officer Grade II	5
Officer Assistant Grade I	5
Principal Officer Grade I	2
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>

**2.1 CONCEPTUAL FRAMEWORK**

The framework below consists of Employee promotion in terms of management attitudes, promotional policy and promotional procedure as independent to and the employees' performance. In this regard; independent variables are manipulated to cause or to influence performance outcomes. On other hand, the dependent variables are the intended aims of the study which is expected to result from the exposure of the independent variables. As exposure varies, results may differ. Employee performance is measured in terms of efficiency and effectiveness. While efficiency is the ability to produce the desired outcomes by using as minimal resources as possible, effectiveness is the ability of employees to meet the desired objectives or target. Therefore, Employee performance is measured in terms of results that organizations' achieve in relations

to its objectives. In principle, it can be measured at the output, outcome or impact level. Performance should therefore be measured by the results (output/outcomes) that an organization produces as recommended by Adams, J. S. (1965).

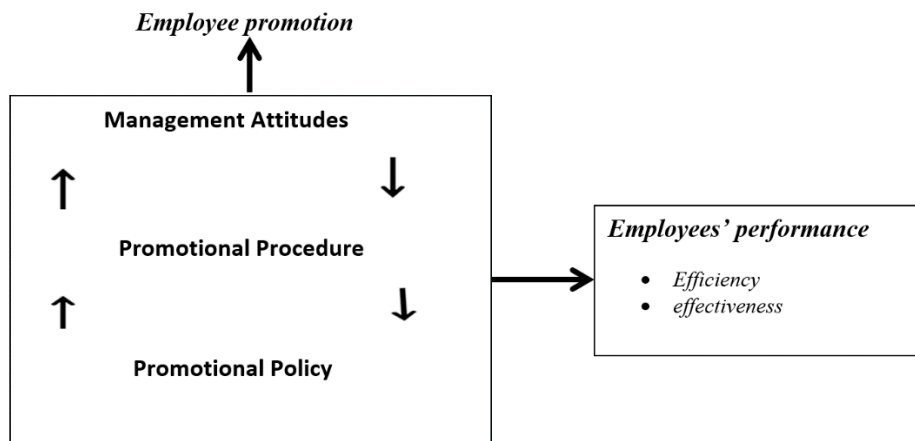


Fig. 1. Conceptual Framework

Source: Researcher's own elaboration

The 40 complete questionnaires were edited for accuracy, uniformity, consistency and completeness. Summaries of data findings together with their possible interpretations have been presented by using percentage, frequencies, tables and correlation. The data collected from questionnaires were edited, tabulated and analysed and simple descriptive statistics frequencies and percentages were computed. The data from the quantitative questionnaire were analyzed using Statistical Package for the Social Science (SPSS).

### 3 RESULTS AND ANALYSIS

Number of respondents and categories were analyzed separately to get realistic information from each category as particularized here under in Fig. 2.

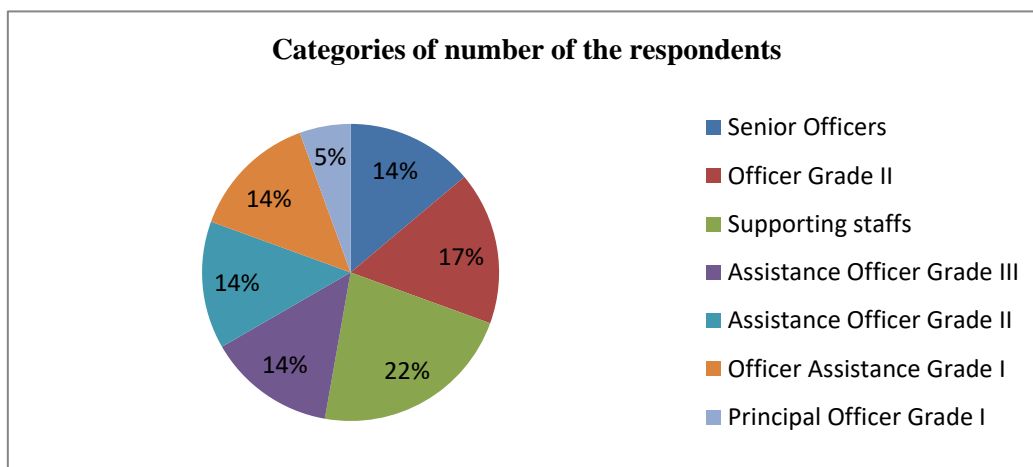


Fig. 2. Categories of number of the respondents

Generally, the profiles of the above mentioned categories involved high number of males as compared to female respondents probably due to the nature of the work done where males work hard more than females. Likewise, the exposed sex status of respondents might help the researcher getting a picture on the impact of sex in relation to promotion on employees in the public sector.

Figure 3 shows that, out of 40 respondents 16 (40%) said the *management attitude* support employees' promotion (strongly agree) that make performance while 5 (12.5%) said that did not agree with it. This implies that majority of the employees were agreed with management attitude to promote the employees' performance.

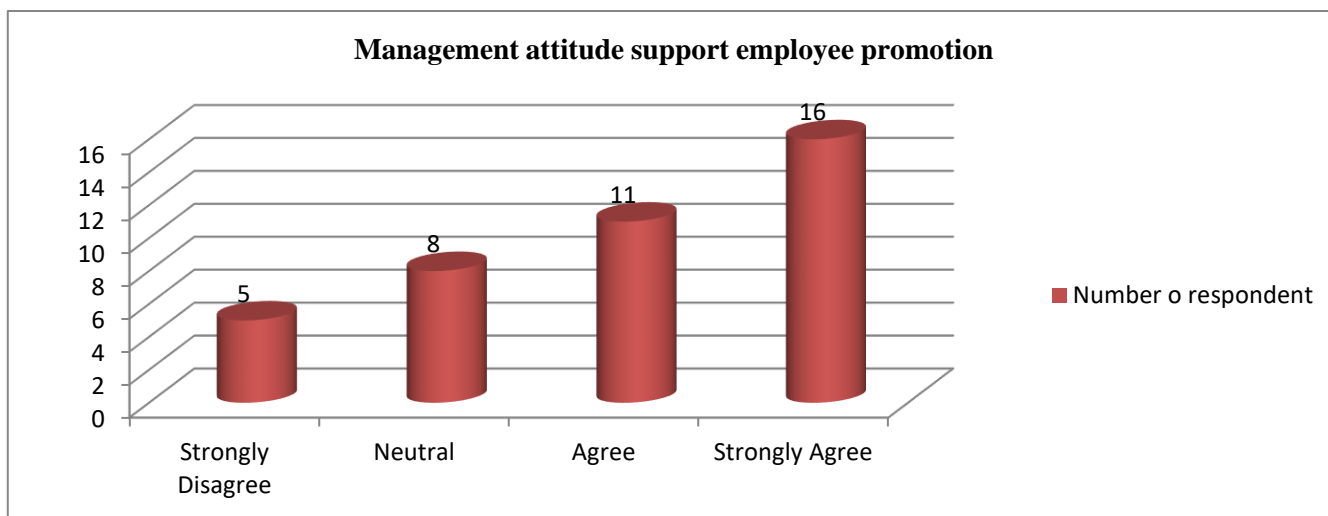


Fig. 3. Management attitude support employee promotion

Figure 4 shows that out of 40 respondents 20 (50%) said they have faith to their Management attitudes in promoting employees (agreed) that helps in promoting employees' performance while 1 (2.5%) said that did not agree with it. This implies that, majority of the employees were faith to management attitude to promote the employees'.

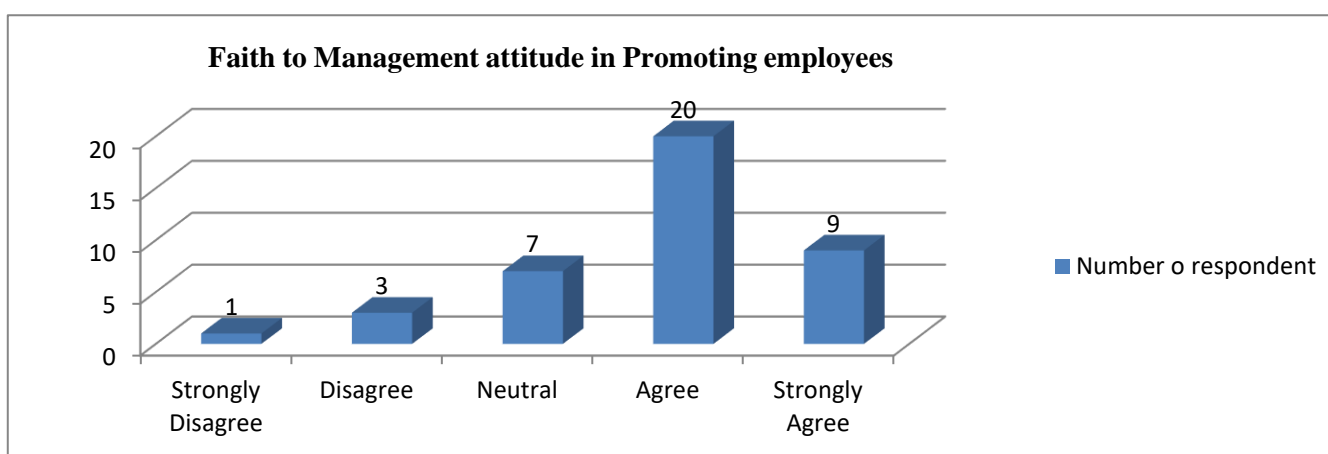
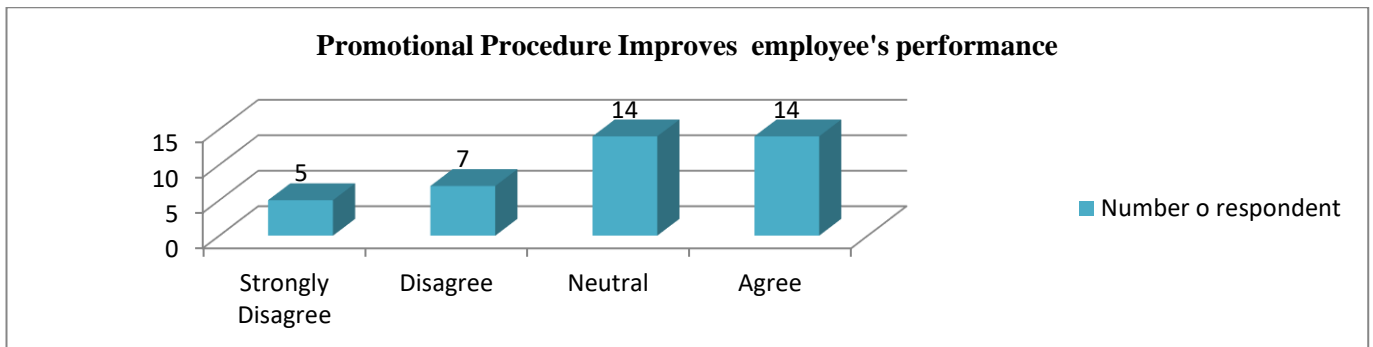


Fig. 4. Faith to management attitude in promoting employees

### 3.1 PROMOTIONAL PROCEDURE IMPROVE THE EMPLOYEES' PERFORMANCE

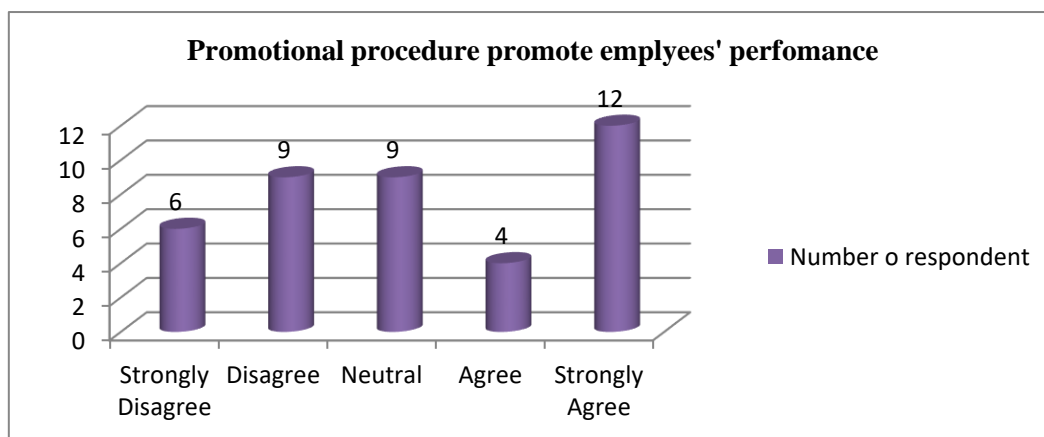
Figure 5 shows that, out of 40 respondents 14 (35%), 14 (35%) said the Promotional Procedure Improve the employees' performance (agree) and Neutral respectively while 5 (12.5%) said that did not agree (strongly disagreed) with it. This implies that, majority of the employees agreed with promotional procedure improves employees' performance.



**Fig. 5. Promotional Procedure Improves Employees' Performance**

### 3.2 PROMOTIONAL PROCEDURE PROMOTE EMPLOYEES' PERFORMANCE

Figure 6 shows that, out of 40 respondents 12 (30%) said the Promotional procedure that promote employees performance (agree) while 6 (15%) said that, did not agree (strongly disagreed) with it. This implies that, majority of the employees agreed with promotional procedure.



**Fig. 6. Promotional Procedure Promote Employees' Performance**

Most of respondent show that there is positive impact of promotion on employees' performance in public sector, they agreed that management attitude, promotion policy and promotion procedure contribute in high percentage on employees' performance.

The existing correlation between Promotion and Performance has been measured in terms of management attitude, promotional policy and promotional attitude, Efficiency and effectiveness.

The correlation of 0.5 or higher indicates very strong relationship but the correlation of less than 0.5 indicates weak relationship. As a result of this test, the variable management attitude on promotion and performance on capacity, positive impact and faith to management indicates strong positive relationship. Promotional policy and performance on built workplace culture on employees performance and facilitate employees to attain goal indicates that there are weak relationship but positively and strong relationship respectively.

Promotional procedure and performance on managing employees' performance, increasing employees' performance and commitment and Improve employees performance indicates that there are weak relationship but positively and strong relationship respectively. Tables 4.10, 4.11 and 4.12 show the correlations, Promotional (management attitude, promotional policy and promotional attitude) and Performance.

Table 2. Table of Correlation

	Management attitude support employee promotion	Faith to management attitude in promoting employee	Maintenance of employee working capacity	Positive impact on employees' performance
Management attitude support employee promotion	1	.523	.526	.515
Pearson Correlation		.001	.000	.001
Sig (2-tailed)	40	40	40	40
N				

\*Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

Table 3. Table of Correlation

	Promotional policy which has positively motivates employees'	Turn effect of employees' performance	Built a positive workplace culture enhanced employees performance	Facilitate employees' to attain goals
Promotional policy which has positively motivates employees'	1	.472	.567	.425
Pearson Correlation		.002	.000	.005
Sig (2-tailed)	40	40	40	40
N				

\*Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

Table 4. Table of Correlation

	Promotional procedure promote employees' performance	Managing employees performance	Increase employees performance and commitment	Improve the employees performance
Promotional procedure promote employees' performance	1	.464	.546	.456
Pearson Correlation		.001	.000	.003
Sig (2-tailed)	40	40	40	40
N				

\*Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

#### 4 DISCUSSION AND IMPLICATION

Regarding the management attitude, the 0.523 have faith to management attitude with correlation of 0.001 and the significant of 0.5. This implies that, there is a strong relationship promotion and employees' performance through performance information obtained from individual employees. In case of promotional policy, the 0.425 have facilitated employees to attain goals with correlation of 0.005 and the significant of 0.5 this implies that there is a strong relationship between promotion and employees' performance This mirrors that large number of personnel are offered promotion in the organization and that may results in employees' job dissatisfaction. In connection, with promotional procedure also revealed that, 0.546 have increase employees' performance and commitment with P=0.001 and the significant of 0.5. This implies that, there is a strong

relationship between promotion and employees' performance because good promotional procedure is the better chance for being promoted.

## 5 CONCLUSION

The findings settled with some theories explained by many scholars in the past as shown in the literature perspective. The public sector management attitude has shown positive results in the performance and consequently, when promotional policy increases employee performance also increases. If the employee performance increases they contribute more to the organization and thus higher performance as well as high motivation level. Promotion directly affects performance. Organizations evaluate the employees through workplace, that its properly focused how these practices are linked and how these linking practices produce more accurate results like other variables as well not only focused on promotion. There are other factors needed to improve performance in the organization. At the end there are some findings that indicated promotion increase the performance levels and progressively maintain the standard to increase it. Lack of transparency and poor participation in developing promotional policy are the prominent factors contributing to the limitation. Therefore public institutions should be constitutionally involving subordinates in industrial issues to facilitate implementable promotional policy for the effective employee promotion.

## REFERENCES

- [1] Adams, J. S. (1965). Inequity in Social Exchange, in L. Berkowitz (ed.), *Advances in*.
- [2] *Experimental social psychology*, Academic Press, New York.
- [3] Adams, J. S. (1963). Toward an Understanding of Inequity. *Journal of Abnormal and, Social Psychology*, 67 (5), 422–436.
- [4] Abbott, J. (2003). Does employee satisfaction matter? A study to determine whether low employee morale affects customer satisfaction and profits in the business-to-business sector; *Journal of Communication Management*, 7 (4), 333–339.
- [5] Anold, H. J. and Feldman, D. C. (1986). *Organization Behavior*, New York: McGraw-hill.
- [6] Boles, M., Pelletier, B. & Lynch, W. (2004). The relationship between health risks and Work productivity. *Journal of Occupational and Environment Medicine*, 46 (7), 737-745.
- [7] Bhattacharyya, D. (2002) *Human Resource Planning*. 1 stedn. New Delhi: Excel Printer.
- [8] Chris, (2009), *Promotions as a Motivation Factor Towards Employees' Performance*, Uganda Police Forces (UPF) Makelele University.
- [9] Gupta, C.B. (2005), *Theory and Practices of Management*, Sultan Chand & Sons Publishers, New Delhi.
- [10] Haji, M. (2013). *Assessment of Factors Affecting Employees' Promotion in Zanzibar Government Organizations. A case of Ministry of Social Welfare, Youth, and Children Development: Research Report: Open University of Tanzania Unpublished.*
- [11] Herzberg, F. (1968). One More Time: How do you Motivate People? *Harvard Business Review*.
- [12] Hellriegel, D, Slocum, J.W. and Woodman, R.W., (1998), *Organizational Behavior*, South-Western College Pub.,.
- [13] *Revolutionary Government of Zanzibar (2010) Public Service Management Policy of Zanzibar*, Government Press, Zanzibar.
- [14] Peter, C. G (2014). *Impacts of promotion to employees performance at Dar es salaam City Council*. Research report, Mzumbe University Unpublished.
- [15] Prasad, L. M., (2012.) *Principle and Practice of Management*, Sultan Chand & Sons, *Motivational Theories*, 556-562.
- [16] Sinha, S., (2001). "Impact of work culture on motivation and Performance level of employees in private Sector companies." 18 (6): 49-67.
- [17] RGZ (2004) *The Zanzibar National Manpower Survey Report, 2001/02*. Zanzibar: Government Press.
- [18] Semboja (2007) *Impact of Brain Drain influenced by Poor Employees' Promotion - Dar es salaam Tanzania*.
- [19] Stup, R. (2003). *Control the factors that influence employee success*. *Managing the Hispanic workforce Conference*. Cornell University and Pennsylvania State University.
- [20] *Zanzibar House of Representative (2011) Zanzibar Public Service Act. No. 2, of 2011*, Government Press, Zanzibar.

## In-service Trainings and Desired Performance of Academic Staffs in Higher Learning Institutions: Challenging Strategic Human Resource Development Perspective

*Adilu Mussa Salim*

Faculty of Business Administration, Zanzibar University, Zanzibar, Tanzania

Copyright © 2020 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 investigation aimed at assessing the impact of training on the performance of academic staffs in the Institute of Public Administration (IPA), Zanzibar with specific target to determine the impact of both On-The-Job Training (OJT) and Off-The-Job for the performance of academic staffs at IPA. Qualitative research approach has been applied in the study with total population of 43 academic staffs who were used to respond to the questionnaires to elicit the information for the investigation. The findings were presented through descriptions, charts and tables and reveal that, there exist a reasonable number of OJT opportunities that are offered within the institute in accordance to most of the academic staff. Also, findings revealed that off the-job training has positive contributions of the academic staff and mentioned (76.7%) that off the –job training have positive contribution to the performance of academic staff in IPA. Moreover, the findings revealed that the outcome of Off The-Job Training in IPA is to provide Creativity, reflective capability & ability to improvise teaching performance for IPA academic staffs. Furthermore, the study recommends that; the management of The Institute of Public Administration should prepare reasonable budget for academic staff training. Also, the management should conduct training Needs Assessment for On the Job and Off the Job trainings in order to identify the effective trainings to its academic staffs and set up training policy which will include a well-designed training schedule for IPA staffs.

**KEYWORDS:** Off-The-Job Training, On-The-Job Trainings, Performance, Academic Staff, Public Administration.

### 1 BACKGROUND AND INTRODUCTION

Investment in human capital is central to economic performance and growth. When tastes and technologies are changing rapidly, human capital investments are important in maintaining high levels of competitiveness and of employment. Without a workforce that is continually acquiring new skills, it is difficult to reap all the returns from technological progress. Human resource development is the only aspect for identifying obstructs pertaining employees and then building their needed competence level so that they may carry out well to accomplish organizational goals, Farooq & Aslam (2011).

According to Adnan Abd. Hamid et al, (2018) training is very important tool for the organization to improvise the performance of all the personnel for organizational growth and success. An employee will become more effective and productive if he is trained well. Organization can develop and improve the quality of the current employees by providing effective training and development. Training is extremely important not only to increase working well but also to give a reason to do something and inspire employees by letting them know how important their jobs are and giving them all the information they need to perform those jobs.

Nowadays, most of the managers were recognized that training as an effective tools in achieving productivity in the organization. It is well known fact that organizations always focus to the activities and programs which can help in the achievements of the objective for which such organizations were established. Thus, it is crucial that organization should have a well-trained and experience employee to carry out the various tasks and responsibilities to achieve organizational goals and objectives. Ogbu & Idowu, (2017). In Europe, as in the US, training increases with educational attainment and the skill-intensity of occupations, and decreases with age. The age-training gap is negatively correlated with the employment rate of older workers, reflecting either the impact of training on older workers' employability or their incentive to stay on rather than retire,

and invest in their skills. Women take more training than men, but essentially because they pay for their own training more often, while firms do not appear to accommodate their greater demand for training.

In many developing countries, policymakers make critical resource allocation decisions and design education and training policies in the absence of reliable training data. Often, the only data available to them are on the supply of graduates from public vocational technical institutes and government training centers. As such, training policies developed in these countries tend to be very supply oriented, Tan and Batra, (1996).

In countries like Colombia, Indonesia, Malaysia, Mexico, Taiwan and China employers have the equipment and technical information needed to determine what skills are needed. Furthermore, the rest of the developing countries, the largest share of training are provided by employers during employment, either in house or from external training institutions (ibid).

In the case of Zanzibar, had a centralized manpower system, however due to economic reforms and liberalization policy, private sector is now in the process of allocation, development and utilization of human resources. Other stakeholders in this exercise include Ministry of Education and Vocational Training particularly the Department of Higher Education, Universities, higher learning institutions as well as Employers Association and Trade Unions.

The Institute of Public Administration was established by Act No. 1 of 2007 of the House of Representatives of Zanzibar. The Institute has been established to support the Civil Service Reform Programmes which call for effective and efficiency in Public Services. As an agent for changes, IPA has been given a mandate to reshape Zanzibar public services from both private and public (government) sectors by equipping public servants with professional and managerial skills to accelerate development agenda in public services. In order to implement her responsibility effectively, IPA has purposely established training and development program for her academic staffs in order to update them to cope with the needs of government in reshaping Zanzibar public services from both private and public (government) sectors by equipping public servants with professional.

Although the training programs are there and academic staffs are trained, there are some complains that some of the academic staffs are unable to cope with providing the service (The Institute of Public Administration Report, 2015). The study, therefore, focused on effectiveness of training and performance of academic staffs in Zanzibar using a case study of The Institute of Public Administration.

### 1.1 THE PROBLEM, PURPOSE AND SIGNIFICANCE

Employee trainings are becoming imperative approach for organizations' success in the contemporary business organizations. Institutions, including higher learning institutions are investing on improving their workforces by strategically unleashing training opportunities in order to update them with competitive skills and capabilities to cope with the existing business situation and modest environment particularly in public sector.

(Maimuna et. al, 2015) articulates, the optimum goal of every organization is to generate high revenue and maximize profit and a vital tool to realize this is an efficient and effective workforce. Thus, a workforce is only efficient and effective if the appropriate training and development is provided for such and therefore leading to productivity. No organization is immune to training challenges. And of course, no two organizations will struggle with the same set of challenges.

As a public institution, for instance, the Zanzibar Institute of Public Administration (IPA) has trained many employees in different profession from 2009 to 2019 for the purpose of improving the performance and quality of its instructors who will be capable in providing services, and in so doing the institute would maintain the adequate provision of training to public servants. This is mainly because the performance development process involves training and Human Resource Development; changing attitude and behavior, and imparting new skills and knowledge to the workers, thus lack of the mentioned factors above can greatly limit effective performance development in public sectors. Although the training programs are there and academic staffs are trained, but still there exist complains that some of the academic staffs are unable to cope with providing the services (The Institute of Public Administration Report, 2015).

This challenge has become more serious as some of stake holders, employers, argue that the institute has no capability on equipping trainees to be able to perform their duties in their respective duties. Thus, this study prompts to investigate influence of employees' training and performance of academic staffs in the Institute of Public Administration Zanzibar. This study specifically determines the impact of On-the-Job Training (OJT) and off-the-job training sessions on the performance of academic staffs. The key significance of the study revolves around the fact that, will help the institution to identify not only training needs and preparations but also criteria to measure academic staff performance after training which can also be useful for the quality assurance. The study also intended to bring benefits to employees in public organizations since an effective training program can lead to proper placement, promotion, and in general increase motivation of the employees.

## **1.2 LITERATURE OUTLOOK**

Training means the process of increasing the knowledge and skills for doing the particular job (Gupta,2000). It is an organized procedure by which people learn knowledge and skills for a definite purposes of the training, basically is to bridge the gap between job requirement and the present competence of the employees. Training is aimed at improving the behavior and performance of a person in an organization. Moreover Christopher (2000) supports the previous authors by giving out his suggestions. He says that training and development is very important so it should be designed in such a way that employees will be able to acquire the skills, knowledge and the level of competence required to achieve the organizational performance.

It is indeed the responsibility of the senior management of any company to understand not only the apparent but also the 'hidden' needs of their employees. The modern Organizations practice two major types of trainings On-Job training and Off-Job Training. The primary difference between both the types is that, in case of on-job training, employee learning takes place at his actual place and while doing his actual job. Whereas the off-job training is conducted at a remote location which is away from employee's normal working environment. On job training becomes more important when objective is to build economies around high productivity (Jacobs et al, 1996)

## **1.3 TRAINING FOR PERFORMANCE IMPROVEMENT**

Numerous research studies have indicated a 'positive relationship' between training practices and organizational performance and success (Bartel, 2000; Cheatham and Knott, 1993) cited in (Eerde, 2008). However, empirical evidences also suggest that it is very difficult to list down 'Best training practices which directly affect organizational performance (Vlachos, 2008).

Employee performance is normally looked at in terms of outcomes. However, it can also be looked at in terms of behavior (Armstrong 2000). Kenney et al. (1992) stated that employee's performance is measured against the performance standards set by the organization. There are a number of measures that can be taken into consideration when measuring performance for example using of productivity, efficiency, effectiveness, quality and profitability measures (Ahuja 2006) as briefly explained hereafter. Profitability is the ability to earn profits consistently over a period of time. It is expressed as the ratio of gross profit to sales or return on capital employed (Wood & Stangster 2002). Efficiency and effectiveness - efficiency is the ability to produce the desired outcomes by using as minimal resources as possible while effectiveness is the ability of employees to meet the desired objectives or target (Stoner 1996). Productivity is expressed as a ratio of output to that of input (Stoner, Freeman and Gilbert Jr 1995).

According to Wright & Geroy (2001), employee competencies change through effective training programs. It is not only improves the overall performance of the employees to effectively perform the current job but also enhance the knowledge, skills and attitude of the workers necessary for the future job, thus contributing to superior organizational performance. Through training the employee competencies are developed and enable them to implement the job related work efficiently, and achieve firm objectives in a competitive manner. Further still, dissatisfaction complaints, absenteeism and turnover can be greatly reduced when employees are so well trained that can experience the direct satisfaction associated with the sense of achievement and knowledge that they are developing their inherent capabilities (Pigors & Myers 1989).

### **1.3.1 ON-THE –JOB TRAINING AND PERFORMANCE**

Smith and Kules (1996) did a practical article for plant managers on when and how to apply on-the-job-training to their plants, and how to know when classroom or OJT training made more sense.

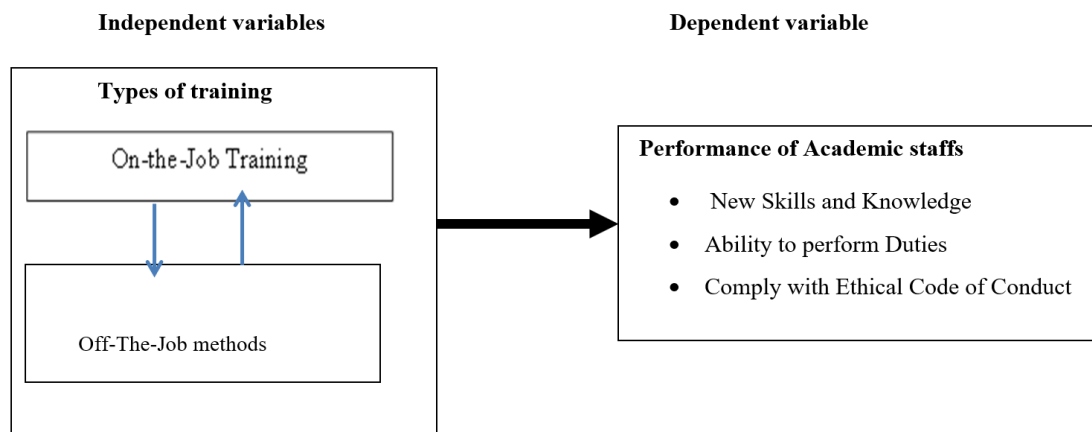
Their leading point was that good OJT training is not the "sink or swim" method, where an activity is demonstrated once, quickly, to the trainee, and then they are left alone and expected to be competent. Instead, evaluation is done to understand what the trainee knows before training, and training is done to ensure the trainer is trained. This structure teaches the trainee problem solving skills. The trainee learns more information about the why of the process, and is thus more open to ask questions of the trainer. The trainer/trainee relationship is also one of more respect than the sink or swim method.

Employees are the most valuable asset of every organization because a work without human capital is not possible. Bearing these things in mind every organization is investing a huge capital in training and development. According to Khan et al (2011), Iftikhar Ehmud and Siraj-Ud-Din (2009) cited at Stella (2015), on job training is positively related with organizational performance as measured by empirical data. It is also found that, in health industry training and development has a role like a back bone. It enhances the performance of an employee, Stella (2015).

(Bin Atan et al, 2015) examined the impact of training on employee job performance. The study was carried at a Malaysian small and medium enterprise (SME). The study examined the training factor that affected the job performance of employees of the company. The functional area which is associated with the effective human resource management practices of the company selected for the study has been examined comprising of training and employees' job performance. 85 employees from the respective production units of the company voluntarily participated in the survey using questionnaire. Findings of the study indicated that there is a significant relationship between effective training and employees' job performance

## 2 MATERIALS AND METHODS

A training hypothetical model has used for investigation which enables effective employment of case study designed as well as qualitative research approaches. The model consisted of two variables that are independent variables which based on Social Cognitive Theory of Albert Bandura (On-the-Job Training (OJT), Off-The-Job methods and Refresher Training) and the dependent variables based on Theory of Performance of Don Elger (Acquisition of New Skills and Knowledge, Ability to perform Duties and Comply with Ethical Code of Conduct). In this regard; independent variables are manipulated to cause or to influence certain training outcomes (Gague, 1985). Thus, within the hypothetical model and for the purpose of this study, effectiveness of training variables are measured by focusing on the relevance of types of training programs and its impacts in academic staffs who attended various relevant training courses. Similarly, the dependent variables are the intended aims of training which are expected to result from the exposure of the independent variables. Qualitative and quantitative approach both were best used to apply for the collection of data and analysis of respondents' attitudes towards the subject under study and the collected data were analyzed using statistical techniques.



**Fig. 1. Conceptual framework**

Source: develope

Within the hypothetical model and for the purpose of this study, effectiveness of training variables are measured by focusing on the relevance of types of training programs and its impacts in academic staffs who attended various relevant training courses. Similarly, the dependent variables are the intended aims of training which are expected to result from the exposure of the independent variables as shown in fig. 1.

The case observation has been conducted at the Institute of Public Administration with the fact that, it is a higher academic institution with varied trainees from various public organizations; hence it is liable to access sufficient information pertaining to the contribution of training programs in public sector. The data collected through field study which involved visiting the study area, whereby full time tutors who ever done various training programs from within and outside the country were given questionnaires.

### 2.1 RESULTS AND ANALYSIS

Table 1 below shows the existence of OJT opportunities whereby all 43 academic staffs responded to the particular question. Among them, 37 (86%) of the total academic staff answered that OJT opportunities do exist whereas 6 (13.9%) of

the total academic staff did not agree. This implies that there are a reasonable number of OJT opportunities that are offered within the institute in accordance to most of the respondents.

**Table 1. Existence of On-the-Job Training opportunity for academic staff at IPA**

Variables	Frequency	Percent
Yes	37	86
No	6	13.9
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>100.0</b>

Source: Field Survey (2020)

## 2.2 EXISTENCE OF ON-THE-JOB TRAINING (OJT) SCHEDULE FOR ACADEMIC STAFF

The table 3.2. Shows the existence of OJT schedule for academic staff. The findings show that 8 (18.6%) of the total academic staff agreed that there is a schedule whereas 35 (81.4%) of the total academic staff did not agree. The findings imply that a formal OJT schedule does not exist according to more respondents who answered. Thus OJT opportunities are not evenly distributed among the staff. Lack of OJT schedule also can lead to biasness while offering training to staff, failure to meet training needs and limit proper appraisal of training for staff. Meanwhile, Christopher (2000) emphasizes that training and development is very important so it should be designed in such a way that employees will be able to acquire the skills, knowledge and the level of competence required to achieve the organizational performance. According to Kenney & Reid (1986) planned training is the deliberate intervention aimed at achieving the learning necessary for improved job performance. Planned training according to Kenney and Reid consists of the following steps: Identify and define training needs, Define the learning required in terms of what skills and knowledge have to be learnt and what attitudes need to be changed, define the objectives of the training, plan training programs to meet the needs and objectives by using right combination for training techniques and locations, decide who provides the training, evaluate training, amend and extend training as necessary.

**Table 2. Existence of training schedule for IPA academic staff**

Variables	Frequency	Percent
Yes	8	18.6
No	35	81.4
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>100.0</b>

Source: Field Survey (2020)

## 2.3 IMPACT OF OJT TO ACADEMIC PERFORMANCE IN IPA

Figure 2 illustrates that 33 (76.7%) respondents identified that training has core impact to improving academic standard performance in IPA, 6 (13.9%) of the respondents identified that training has fairly impact to improve academic standard performance in IPA, while 2 (4.6%) respondents mentioned that training has least impact to improve academic standard performance in IPA and 2 (4.6%) of the respondents did not respond. Further, 26 (60.4%) respondents identified that training has core impact to academic staff morale in IPA, 6 (13.9%) of the respondents identified that training has fairly impact to academic staff morale while 5 (11.6%) respondents mentioned that training has least impact to academic staff morale. Either 6 (13.9%) of the respondents did not respond.

Furthermore, 33 (76.7%) of the respondents identified that training has core impact on work cooperation and networking in IPA, 7 (16.2%) of the respondents identified that training has fairly impact on work cooperation and networking in IPA, while 2 (4.6%) respondents mentioned that training has least impact on work cooperation and networking in IPA. Either 1 (2.3%) of the respondents did not respond.

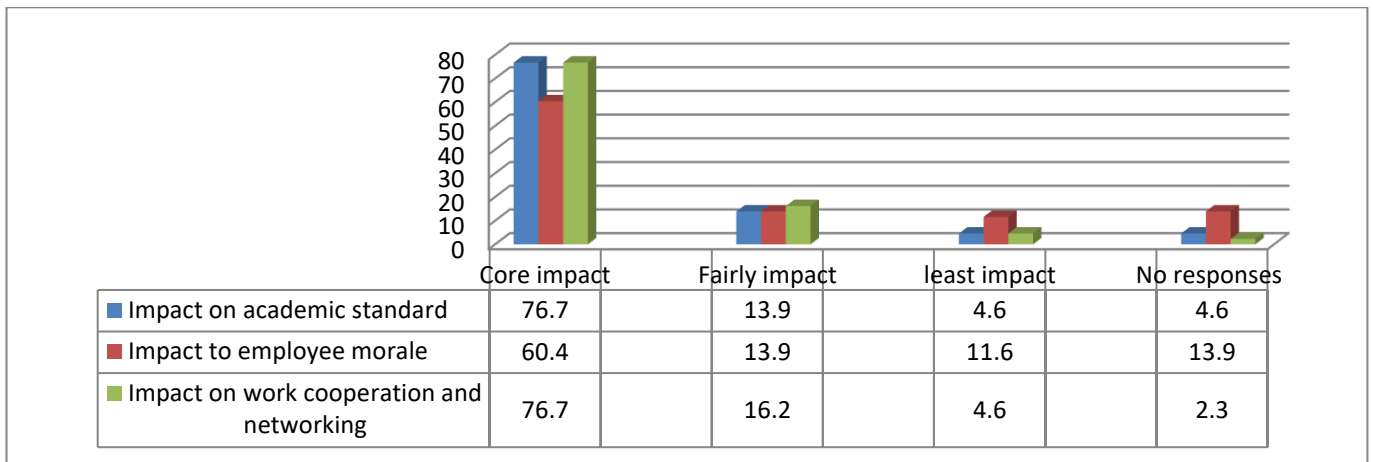


Fig. 2. Impact of OJT to academic performance in IPA

Source: Field Survey (2019)

The above findings show that OJT help to improve academic performance and work cooperation and networking at greatest level the same OJT proved to enhance academic staff morale at moderate level, however in general the findings revealed no negative impact of OJT to IPA academic staff’s performance. Likewise, Albert Bandura in Social Learning Theory presents a view of social learning as it points out that people learn from one another, via observation, imitation, and modeling. People learn through observing others’ behavior, attitudes, and outcomes of those behaviors. Robert (1999) emphasizes that people do learn from their job experiences, particularly if these experiences change over time. On-the-job training usually is done by the manager, other employees, or both. A manager or supervisor who trains an employee must be able to teach, as well as to show, the employee what to do. Wright & Geroy (2001), also emphasize that employee competencies change through effective training programs; It not only improves the overall performance of the employees to effectively perform the current job but also enhance the knowledge, skills and attitude of the workers necessary for the future job, thus contributing to superior organizational performance.

**2.4 OFF THE-JOB TRAINING CONTRIBUTION TO PERFORMANCE OF ACADEMIC STAFF**

The figure 3 illustrates that 33 (76.7%) of the academic staff who responded to the question have mentioned the provided off the –job training have positive contribution to the performance of academic staff in IPA. While 8 (18.6%) of the academic staff mentioned that provided off the –job training for academic staff have no positive contribution to performance of the academic staff in IPA while 2 (4.6%) of the academic staff did not respond.

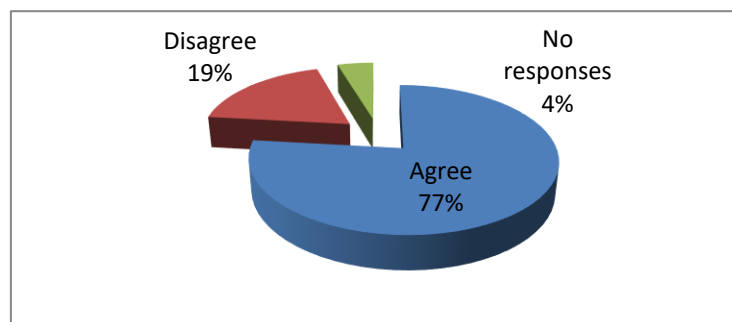


Fig. 3. Off The-Job Training contribution to performance of academic staff

Source: Field Survey (2020)

The findings imply that off the – job training has positive contribution to the performance of academic staffs of IPA as most of respondents agreed to this fact. Likewise, Myles (2000), states that a company that seeks to train and develop its employees

well and reward them for their performance has its employees in turn motivated and thus are more likely to be engaged in their work hence improving performance and loyalty to their company. Furthermore, Adnan Abd. Hamid et.al (2018) also insists that training is very important tool for the organization to improvise the performance of all the personnel for organizational growth and success. An employee will become more effective and productive if he is trained well. Organization can develop and improve the quality of the current employees by providing effective training and development. Training is extremely important not only to increase working well but also to give a reason to do something and inspire employees by letting them know how important their jobs are and giving them all the information they need to perform those jobs.

### 3 DISCUSSION AND IMPLICATION

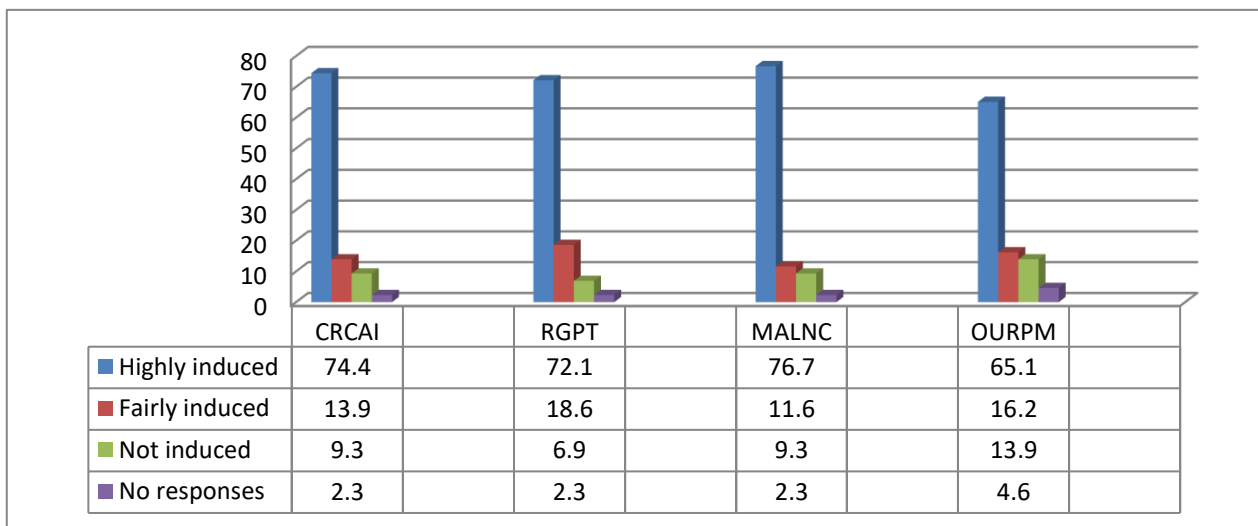
#### 3.1 OFF THE-JOB TRAINING OUTCOMES IN IPA

The figure 4 below illustrates that 32 (74.4%) of the academic staff who responded to the question have mentioned that Creativity, Reflective Capacity & Ability to Improvise is highly induced to IPA academic staffs. 6 (13.9%) of the academic staff identified that Creativity, Reflective Capacity & Ability to Improvise is fairly induced, while 4 (9.3%) of the respondents identified that Creativity, Reflective Capacity & Ability to Improvise is not induced. Moreover, 1 (2.3%) of the respondents did not respond.

Moreover, 31 (72.1%) of the respondents mentioned that Relevant General Practical Skills is highly induced to IPA academic staffs. 8 (18.6%) of the respondents identified that Relevant General Practical Skills is fairly induced, while 3 (6.9%) of the respondents identified that Relevant General Practical Skills is not induced, and 1 (2.3%) of the respondents did not respond.

On top of that, 33 (76.7%) of the respondents mentioned that Motivation and Ability to Learn New Concepts is highly induced to IPA academic staffs. But also 5 (11.6%) of the respondents identified that Motivation and Ability to Learn New Concepts is fairly induced, while 4 (9.3%) of the respondents identified that Motivation and Ability to Learn New Concepts is not induced. Either, 1 (2.3%) of the respondents did not respond.

Moreover, the figure illustrates 28 (65.1%) of the respondents who responded to the question mentioned that Optimum Utilization of Resources and Profit Maximization is highly induced to IPA academic staffs. At the same time, 7 (16.2%) of the respondents identified that Optimum Utilization of Resources and Profit Maximization is fairly induced, while 6 (13.9%) of the respondents identified that Optimum Utilization of Resources and Profit Maximization is not induced. Also, 2 (4.6%) of the respondents did not respond.



**Fig. 4. Off The-Job Training outcomes for IPA academic staff**

Source: Field Survey (2020)

**Key:** CRCAI –Creativity, Reflective Capacity & Ability To Improvise, RGPT – Relevant General Practical Skills, MALNC – Motivation and Ability to Learn New Concepts, OURPM – Optimum Utilization of Resources and Profit Maximization

The findings reveal that the outcome of Off The-Job Training in IPA is to provide Creativity, reflective capability & ability to improvise teaching performance for IPA academic staffs. The findings also imply that another outcome of Off The-Job Training outcomes to IPA academic staffs is to improvise Motivation and Ability to Learn New Concepts that can help them to better performance in academic field.

### 3.2 RECOMMENDED TOOLS ON OFF THE-JOB TRAINING TOWARD EFFECTIVE PERFORMANCE OF ACADEMIC STAFF

The figure 5 below illustrates that 27 (62.7%) of the respondents who responded to the question identified that Preparation of Sufficient Budget for Off the Job Training is very important to IPA academic staffs. Also, 7 (16.2%) of the respondents identified that Preparation of Sufficient Budget for Off the Job Training is important, Meanwhile, 6 (13.9%) of the respondents identified that Preparation of Sufficient Budget for Off the Job Training is not important. At the same time, 3 (6.9%) of the respondents did not respond.

Meanwhile, 28 (65.1%) of the respondents who responded to the question identified that Conduct Needs Assessment for Off the Job Training is very important to IPA academic staffs. Also, 9 (20.9%) of the respondents identified that Conduct Needs Assessment Off the Job Training is important. Meanwhile, 4 (9.3%) of the respondents identified that Conduct Needs Assessment for Off the Job Training is not important. At the same time, 2 (4.6%) of the respondents did not respond.

Furthermore, 29 (67.4%) of the respondents who responded to the question identified that Develop the Measurable Performance Indicators and Conduct Continually Performance Assessment is very important to IPA Off the Job Training. Also, 9 (20.9%) of the respondents identified that Develop the Measurable Performance Indicators and Conduct Continually Performance Assessment is important. Meanwhile, 2 (4.6%) of the respondents identified that Develop the Measurable Performance Indicators and Conduct Continually Performance Assessment is not important. At the same time, 3 (6.9%) of the respondents did not respond.

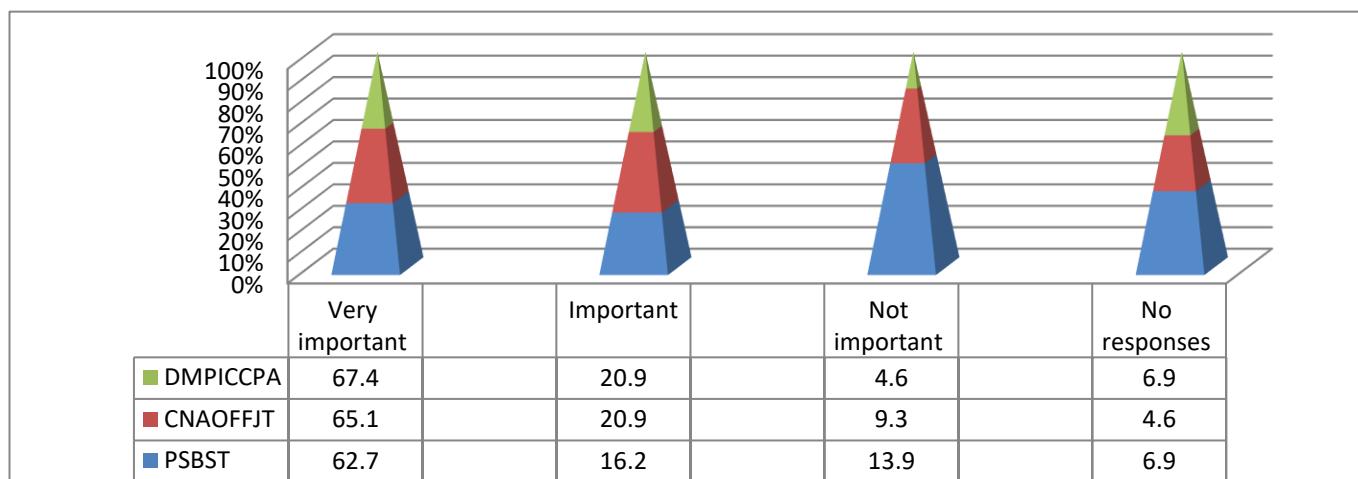


Fig. 5. Recommended tools on Off the Job Training towards effective performance of IPA academic staff

Source: Field Survey (2020)

**Key:** PSBST - Prepare Sufficient Budget for Staff Training, CNAOFFJT -Conduct Needs Assessment on Off the Job Training DMPICCPA - Develop the Measurable Performance Indicators and Conduct Continually Performance Assessment.

The findings imply that, Developing the Measurable Performance Indicators and Conduct Continually Performance Assessment is very important tool towards IPA academic staff performance. Likewise, Rae (2003) and Noe (1999) emphasize that training needs assessment is a tool utilized to identify what educational causes or activities should be provided to employees to improve their work productivity. The findings also reveal that Preparation of Sufficient Budget for Off the Job Training is very important as recommended by many respondents. Moreover, the findings imply that Conduct Needs Assessment on Off the Job Training is also very important for academic performance of the staffs.

#### **4 CONCLUSION**

The study on the impact of training on performance of academic staffs in the institute of public administration, Zanzibar aimed at determining the impact of On-the-Job Training (OJT) for the performance of academic staffs at IPA, ascertaining the impact of Off-The-Job Training for academic staffs' performance at IPA. The study revealed that there are a reasonable number of OJT opportunities that are offered within the institute in accordance to most of the academic staff. Also OJT opportunities are not evenly distributed among the staff, lack of OJT schedule also lead to biasness while offering training to staff and failure to meet training needs limit proper appraisal of training for academic staff. Moreover, the study revealed that off the –job training have positive contribution and outcome to the performance of academic staff in IPA. The study also revealed that OJT help to improve academic staff's performance as it enhances academic staff morale at moderate level.

#### **REFERENCES**

- [1] Adnan Abdi. Hamid etal, (2018), training effectiveness and employee performance in malaysian.
- [2] Government –linked company, Malaysia.
- [3] Armstrong, M. 2002. A handbook of personnel Management Practices. KoganPage Limited London.
- [4] Ahuja, K. 2006. Personnel management.3rd Ed. New Delhi. India. Kalyani publishers.
- [5] Bin Atan, J., Raghavan, S., & Mahmood, N. (2015). Impact of Training on Employees' Job Performance: A Case Study of Malaysian Small Medium Enterprise. *Review of Management*, 5 (1/2), 40-50.
- [6] Christopher, E.M (2000), *Managing Recruitment Training and Development*. London, Oxford University Press.
- [7] Eerde, W., Simon, K.C., & Graeme, T. (2008). The mediating role of training utility in the relationship between training needs assessment and organizational effectiveness. *The International Journal of Human Resource Management*, 19 (1), pp. 63–73.
- [8] Gupta, C.B (2000), *Human Resource Management*, 5thEdition, New Delhi, Sultan Chands and Sons.
- [9] The Institute of Public Administration Report, 2015.
- [10] Jacobs, J., Lukens, M. & Useem, M. (1996). Organizational, Job and Individual Determinants of Workplace Training: Evidence from National Organizational Survey. *Social Science Quarterly*, 77 (1), pp. 158-177.
- [11] Kenney et al, (1992) *Management Made East*. 1st Ed. South Carolina: OmronPublishers.
- [12] Kenney, J. & Reid, M. 1986 *Training Interventions*. London: Institute ofPersonnel Management.
- [13] Maimuna et.al (2015), Muhammad Nda & Dr. Rashad Yazdani Fard Centre of Postgraduate Studies Limkokwing University of Creative Technology. Cyberjaya, Malaysia.
- [14] Myles Dowrey, (2000) *Effective coaching: Lessons from the coach*.
- [15] Noe, R. (1999). *Employee training and development*. New York: McGraw-Hill Companies.
- [16] Pigors, P. & Myers, A. C. 1989.*Personnel Administration, A point of view and method*, 9th Ed. New York. McGraw Hill Book Company.
- [17] Rae, L. (2003). *How to plan & design programmes: Basic training for trainers, a handbook for new trainers (2th ed.)*.
- [18] Stoner, J. A. F., Freeman, E. & Gilbert, D. A. 1995.*Management*. 6th Ed. London: Prentice-Hall International.
- [19] Smith, M., Kules, J. (1996). *On-The-Job Training: Harder Than It Looks*. Water Engineering & Management 143; 12; ABI/INFORM Trade & Industry.
- [20] Stella, N.; (2015), *Impact of on the job training on employees' performance: the case of secondary school teachers of songea municipality*.
- [21] Vlachos, I. (2008). The effect of Human Resource practises on organizational performance: evidence from Greece. *The International Journal of Human Resource Management*. 19 (1), pp. 74-97.
- [22] Wood, F. & Sangster, A. 2002.*Business accounting 1*. 11th Ed. PearsonEducation.
- [23] Wright, P. &Geroy, D. G. 2001.*Changing the mindset: the training myth and the need for word-class performance*. *International Journal of Human Resource Management* 12,4, 586–600.

## Exploring Customers' Perception on Adoption and Use of Electronic Banking Services in Tanzania Commercial Banks

*Adilu Mussa Salim*

Faculty of Business Administration, Zanzibar University, Zanzibar, Tanzania

---

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** This study aimed at examining Customers' perception on adoption and use of e-banking services at Tanzania Commercial Banks. The main objective was to examine customers' adoption and use of electronic banking services in Tanzania Commercial Bank and specifically, the study determined customers perception in terms of usefulness, usage, trust and awareness, and whether this perception have an impact in the use of traditional methods at National Microfinance Bank (NMB) in Tanzania. Questionnaires method was employed to collect information of the study from the NMB customer and for NMB annual report was used. Data was analysed by the use of statistical package for social science (SPSS).

Findings indicated that majority of the respondents were appealed to use traditional banking services due to security, assurance, convenience and accessibility of services. The findings also indicated that majority of respondents found that the electronic banking services technology was easy to use, simple but needed training on its usage and also the customers have less awareness about the electronic banking services. On factors that influence the adoption of internet and mobile banking, the study found that majority of respondents indicated that internet and mobile banking improve the banking service to a great extent and majority of respondents rated the performance of the internet and mobile banking as excellent. Similarly, the study found that, ease of use, perceived risk, reliability, perceived usefulness and received creditability influenced adoption of internet and mobile banking.

The study concludes that secure and better ICT quality positively assists in building trust among the users who will utilize the electronic banking services. It is recommended that banks should give high priority to customer service efficacy and should consider electronic banking as important key drivers towards successful implementation of customer service efficacy. Bank managers and policy makers should direct efforts and resources in the most effective and efficient way to increase bank business in long run and encourage customers to adopt electronic banking by training customers.

**KEYWORDS:** Internet Banking, Usage, Mobile Banking, Adoption, Banking Services.

### 1 BACKGROUND AND INTRODUCTION

As the business world revolves around technological innovation, internet banking has become a significant tool in today's financial sector. Bank customers are helped by internet banking to conduct their transactions online without been physically present in the banking hall or premises. Up to 1980s, banks provided only one channel for delivering banking services to their clients: the branch network (Uppal, 2011). Later, due to e-banking needs, banks acquired direct banking e-channels including ATMs, POS devices, Mobile banking, and Internet banking (Daniela, Simona & Dragos, 2010) to improve e-banking performance through anywhere, anytime and multiple banking services (Kumbhar, 2011).

However, banks now support direct channels that include mobile banking, internet banking, and social media in rendering better customer services. This development has given customers several channels to choose from based on the unique benefits of each channel and what channels complement each other in service provision (Ostergaard, 2010). Even though banks recognize the significance of multi-channel customer service delivery that aims at improving customer experience, one of their key challenges is monitoring these disparate platforms and systems to ensure optimal uptime and rapid response to incidents reported that affect the provision of services to customers through these channels. However, providing 24/7 service delivery

is more practicable on certain channels such as ATMs but not bank branches. Therefore, there is a focus shift from manned channels to self-service channels (Uppal, 2011). In the current situation of technological changes from analogue to digital application in East – Southern Africa, developments in Information and Communication Technology (ICT) are rapidly changing the way business is done of which is directly impacted by the pressure in competition and change in customer preferences.

Information Technology (IT) is currently regarded as the easy handling of data and information through electronic means or ways of which involves processing, storing, accessing, transferring and delivery (Ige, 1995). IT has been a push factor or facilitator in growth of competitive financial environment or sector in Tanzania especially in the recent years (Coombs, R., Saviotti, P. and Walsh. V., 1987). The recent activities done in Tanzania are changing the technological activities from analogue to digital tending to affect the customer behaviour of which the psychological aspect happens to demand much from the financial institutions due to the overwhelming feelings brought by technological innovations.

Compared to physical banking, internet banking has some unique characteristics, such as the extensive use of technologies and the impersonal nature of the online environment. These characteristics, however, give rise to customers' uncertainty about using internet banking for financial transactions (Gan et al., 2006; Yousafzai et al., 2003). In fact, there are still a large group of customers who are reluctant to adopt internet banking due to this uncertainty (Kuisma et al., 2007; Littler & Melanthiou, 2006). As a result, banks and policymakers consider increasing the adoption rate of internet banking as their priority when creating strategic plans to build competitive advantage (Shih & Fang, 2004).

### **1.1 PROBLEM, PURPOSE AND SIGNIFICANCE**

Despite the fact technological innovations through IT facilitation has brought about alternative banking channels, and also the availability of numerous ATMs and agents in streets, still customers are moving inside banking halls to access banking services. Commercial banks in Tanzania are yet to adopt appropriate alternative banking channels to enhance accessibility of banking services. Researchers such as Mkoka, (2014) have argued Tanzania's banks continue to conduct most of their banking transactions using traditional methods and lack of technological innovations in developing countries such as Tanzania will develop a fruitful investigation. Mkoka, (2014) have been conducted to ascertain the level of banking services in Tanzania as a result of technological innovations.

All commercial banks are profit oriented (Hannsens & Schultz, 2011). For that reason, alternative banking channels are taken to be one of the key ways of optimizing services and minimizing costs. Commercial banks are also keen on transforming their operations in order to provide 24-7 services. For this to be realized, alternative banking channels are viewed as the best option to provide greater differentiation from their competitors (Park & Weber, 2012). Hence, the emergence of new technologies, processes, markets and competitor banks places demand on any commercial bank to apply any skills and channels necessary to enhance their financial performance, remain competitive and achieve competitive advantage (Parasuraman, A., Zeithaml, V., & Malhotra, A. 2001).

Electronic banking channels set up alternative delivery channels, financial transactions are done electronically, without physically interacting with the bank. Alternative banking is alternative options for process banking transactions other than traditional means (Chebii, 2013). In Tanzania banking sector, alternative banking channels which have strong been adopted by commercial banks include internet banking, mobile banking and agency banking. The reasons for adopting these alternative banking channels are convenience alternatives for branch banking as customers are not required to visit physical bank branches, reduce cost of operations and improve competitiveness and also alternative banking channels retain existing customers and attract new customers.

Despite the availability of the alternative banking channels which have become a major banking service channels, many customers still prefer to enter in banking halls for banking retail services resulting in long queues (NMB Annual Report 2016). This has been appealed by customers and stakeholders that can be caused not only by the perception of the service but the traditional ways preferences. This study therefore sought to examine why customers adopt traditional banking services while there are electronic banking service in those banks which is quick, more convenient and easily assessable. The emphasis is to determine customers' perceptions of e-banking in terms of usefulness, usage, trust and awareness, to determine whether these perceptions in have impact in the use of traditional methods in the National Microfinance Bank in Tanzania and to analyze the factor leading to adoption and use e-banking services based on perceived self-efficacy in the National Microfinance Bank in Tanzania. The study focused on National Microfinance Bank because the bank is one among the largest commercial bank in Tanzania and holds the largest number of customers compared to other commercial banks in Tanzania (The Citizen 2016).

This study is substantial in specially for banking industry in Tanzania and it will assist the managers to cope the problems of customers about electronic banking services available and to articulate approaches about those electronic banking services which are still unavailable to the customers in the country. The findings of the study will point out clearly where and how

alternative banking channels can be used as a tool for improving customer service; hence it acts as an initiative for all financial institutions on technological innovations decisions. The findings of the study will also assist policy makers in the banking industry to understand why customers adopt traditional banking services while there are alternative banking channels in banking services sector. This will enable them to develop appropriate policies that can enhance adoption of technological innovations in the banking sector.

## 1.2 LITERATURE OUTLOOK

Kumbhar, (2011) defined Customer satisfaction as the state of mind that customers have about a company when their expectations have been met or exceeded over the lifetime of the product or service while Internet Banking refers to electronic payment system that enables customers of a bank or other financial institution to conduct a range of transactions through the financial institution website. Maduku, (2014) defined *Perception* as the way a person thinks or understand someone or something. The ability to understand or notice something easily. Also Maduku, (2014) has defined *Usefulness* as the quality of having utility or benefit or value and especially practical worth or applicability. Alex, (2015) on the hand defined *Usage* as the action, amount or mode of using ie it is the amount of using something. Various theories and models have explained the alternative banking channels on the commercial Banks in Tanzania. These include; Technology Acceptance Model, Theory Planned Behaviour, and Social Construction Theory.

### 1.2.1 TECHNOLOGY ACCEPTANCE MODEL

This is a model that was introduced by Davis, Bagozzi, and Warshaw (1989). This model is the most cited model that researchers used to study the underlying factors which motivate users to adopt and accept a new information system (Al Shibly, 2011). Technology Acceptance Model (TAM) plays the principal role of providing an explanation of the factors that affect computer applications acceptance. This model also helps researchers and practitioners to identify why a particular system is unacceptable (Davis, 1989). In this Davis suggested that attitude, behaviour and perceived usefulness are the key determinant to the use of information system. This model is used to explain how banks adopt to electronic banking.

### 1.2.2 THEORY PLANNED BEHAVIOUR

This theory suggests that human behaviour is determined by the intention to perform the behaviour; this is however affected by attitude (feeling about a specific behaviour), perceived behavioural control (persons' perception) and subjective norm (organizational or social pressure) (Ajzen, 1991, 2002). This theory is used in the study to explain how electronic banking is adopted.

### 1.2.3 SOCIAL CONSTRUCTION THEORY

This theory argues that it is not technology that determines how people use and receive mobile technology but people. In this regard, the theory argues that the use of technology is best understood through getting an understanding of how it's socially integrated within society. This is therefore dependant on how the society views the technology (Vankatesh, Davis and Morris, 2007).

### 1.2.4 EMPIRICAL REVIEW

Under the wave of technological innovations to improve commercial banking services, many scholars and organizations have conducted researches and come up with their own findings and conclusions: Dilijonas et al., (2009) examined the essential aspects of ATM service quality in Baltic States. They identified essential resources (adequate number of ATMs, convenient and secure location and user-friendly system); important dimensions of operation of ATM (maximum speed, minimum errors, high uptime, cash backup); and value-based aspects (quality service at reasonable cost, and maximum offering to cover maximum needs of customers) as vital facets. Based on the prior studies, Al-Hawari et al. (2006) compiled a list of five major items about ATM service quality that include convenient and secured locations, functions of ATM, adequate number of machines and user-friendliness of the systems and procedures. An empirical study found that these items constitute important aspects of ATM service quality.

According to Singhal and Padhmanabhan (2008), User of ICT based banking expect Convenience, Flexibility, Easy to use and user friendliness, Reliability, Fulfilments, Real time access, Cost effectiveness, Alternative Options, Security & Privacy, Speed & Continuity, Anytime and anywhere banking facilities. There is some risk factors include in e-banking like data loss, fraud, lack

of adequate information, password theft etc. Kaleem Ahmad (2008). Hence customers expect security and trust in e-banking services.

Islam et al., (2005) examined the satisfaction level of ATM card holders of a leading bank (HBCS) in Bangladesh. The study found significant relationship of ATM service quality with customers' satisfaction. The study identified that location, personnel response, quality of currency notes, promptness of card delivery and performance of ATM were positively and significantly related to customer' satisfaction. The security, frequent breakdown of machine, and insufficient number of ATM were major contributors of customers' dissatisfaction.

In another study in Bangladesh, Shamsdouha et al., (2005) found that 24 hours service, accuracy, and convenient locations were the main predictors of customer satisfaction. The study also indicated lack of privacy in executing the transaction, fear of safety and complexity of the machine were the major cause of concern for the customers.

Thanika et al., (2012) investigated factors influencing the adoption of internet banking in Mauritius. This study reports upon the empirical findings of the customer survey on the various factors impacting on the adoption of internet banking by the questionnaire method. Data analysis showed that perceived ease of use and perceived usefulness have a direct influence on the adoption of internet banking in Mauritius. Results have also indicated that both trust and security aspects are deemed crucial factors to explaining internet banking adoption in Mauritius. Further examination of the inferential analysis highlighted that level of education and income level of respondents may be a major determinant in influencing the adoption of internet banking. This research provides banking institutions with significant information on the various aspects that need to be highlighted in their banking communications strategies to increase the adoption rate of internet banking services. The research findings revealed that secured web contents and design were key tools to increase the adoption rate of internet banking.

Agboola (2006) did a study on Information and Communication Technology (ICT) in banking operations in Nigeria using the nature and degree of adoption of innovative technologies; degree of utilization of the identified technologies; and the impact of the adoption of ICT devices on banks, found out that technology was the main driving force of competition in the banking industry. During his study he witnessed increase in the adoption of ATMs, Electronic Fund transfer (EFT), smart cards, electronic home and office banking and telephone banking. He indicates that adoption of ICT improves the banks' image and leads to a wider, faster and more efficient market. He asserts that it is imperative for bank management to intensify investment in ICT products to facilitate speed, convenience, and accurate services, or otherwise lose out to their competitors.

Felix, (2012) explored how technological innovations have changed banking operations observed that in developing countries, banking is changing into being conducted electronically. The study revealed that most of the banking activities can be done faster by the use of modern technology. The study showed that technological innovations help in getting data, processing, storing and quick retrieval. The study concluded that e-banking represents the inevitable scenario of future banking by being faster, impatient and very responsive, and action oriented. Also he added that e-banking enables banks to expand their markets both locally and globally.

Maria, (2003) explored consumer adoption of technological innovations. This study introduced a conceptual model of consumer innovation adoption based on knowledge and compatibility. More specifically, innovation adoption is proposed to be determined by four adopter groups: technovators, supplemental experts, novices, and core experts, and the interaction between their knowledge and compatibility with the technological innovation. Compatibility occurs when a potential adopter perceives the innovation as being consistent with his/her existing values, past experiences, and needs. The model presented is intended to help researchers and practitioners successfully identify potential adopters of a technological innovation.

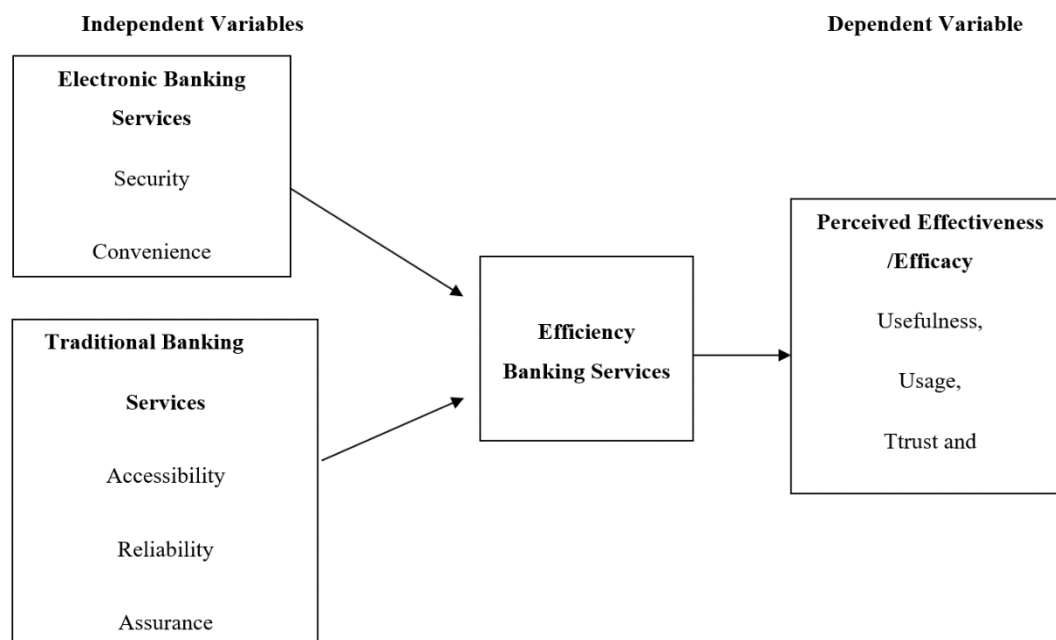
## **2 MATERIALS AND METHODS**

The study adopted a descriptive research design. Mugenda and Mugenda (2003) described descriptive research design as a systematic, empirical inquiry into which the researcher does not have a direct control of independent variable as their manifestation has already occurred or because it inherently cannot be manipulated. Descriptive studies are concerned with the what, where and how of a phenomenon hence more placed to build a profile on that phenomenon (Mugenda and Mugenda, 2003). The choice for this design is made because it allows presenting a data in more meaningful way which results to simple interpretation of the data. The method is much appropriate in the case where the collected data are primary and instrument used is questionnaire.

## 2.1 CONCEPTUAL FRAMEWORK

The Figure 1 shows the relationship between the independent variables and dependent variable. The conceptual framework shows that if Mobile banking and Internet banking technologies were introduced they would enhance the efficiency of banking services.

Perceived efficacy or effectiveness observed through the efficiency banking service depends on the choice of either electronic or Traditional banking services. If the customer adopt and use electronic or traditional banking service it will depend on the awareness, usefulness, usage and trust. Those four factors will force the customers to use either electronic or traditional banking services. The use of traditional banking services or electronic banking services are automatically related to perceived effectiveness/efficiency which enhance efficiency banking services.



**Fig. 1. Conceptual Framework**

Source: Researcher Own Construct, (2019)

The customers of National Microfinance Bank in Zanzibar were used as Target population and. Random sampling approach has been used in sample selection where the respondent where randomly picked regardless of their age, education, sex and other factors ie there is no chance of discrimination. A sample of 90 respondents was selected among the customers of National Microfinance Bank in Zanzibar. Stratified sampling was used in this study to sample NMB customers, customers were grouped in sub-population called strata and then selection of customers was done under random selection to participate in the study. The reasons to use stratified sampling included many applications, measurements become more manageable and/or cheaper when population was grouped into strata. Also, it was often desirable to have estimates of population parameters for groups within the population. The respondents were selected according to the type of bank account they had at National Microfinance Bank in Zanzibar.

## 3 RESULTS AND ANALYSIS

### 3.1 CUSTOMERS PERCEPTION ON ELECTRONIC BANKING INTERMS OF USAGE, USEFULNESS, TRUST AND AWARENESS

Figure 2 shows that Customer perception on e-banking in term of usage the 34% of the respondents was strong disagree with the usage of e-banking, 20% of the respondents were also disagree with the usage electronic banking services, 22% of the respondents said they were strong satisfied with the usage of electronic banking services, 14% of the respondents were satisfied with the usage of e-banking and 10% were neutral on the usage of e-banking services. This implies that most of the

customers were not using the electronic banking services. The adoption of electronic banking services are still low compare to traditional banking services.

On the customer perception of electronic banking in term of usefulness 33% of the respondent were strong dissatisfied with the usefulness of e-banking services at NMB, 13% of the respondent were satisfied with the usefulness of e-banking services at NMB, 11% of the respondent were neutral about the usefulness of e-banking services, 20% of the respondent were disagree with the usefulness of e-banking services at NMB and 23% of the respondents were strong satisfied with the usefulness of the e-banking services at NMB. High percentage of the respondents were disagree with the usefulness of e-banking as it was not easy to access the transaction and it was only if the system working perfectly. Moreover, the customer perception of electronic banking interm of trust. This is the one among most challenging aspect on e-banking and the findings shows that 39% of the respondents were strong disagree with the trust on NMB e-banking services, 24% were disagree with the trust in the NMB electronic banking services, 6%of the respondents were neutral about the trust on electronic banking services, 8% of the respondents were satisfied with the trust offered on electronic banking services at NMB and 20% of the respondents were strong satisfied with the trust on electronic banking services offered. The majority of the respondents were not on a good terms with electronic banking services because of the small percentage of trust they had with NMB and so they prefer not to use electronic banking services.

Customer perception on e-banking services interm of awareness. The finding shows that 45% of the respondent were strong disagree to hava the awareness about the electronic banking services, 20% of the respondents were disagree with the awareness of electronic banking services at NMB. 8% of the total respondent were neutral about the awareness of e-banking at NMB, 9% were satisfied with the knowledge of e-banking at NMB and 18% were were strong satisfied with the awareness of the e-banking at NMB. Awareness is the important factor for the improvement and sell of the product without the awareness the customer will not be able what is going on the business world and on this findind most of the customers did not have any awareness about the electronic banking services.

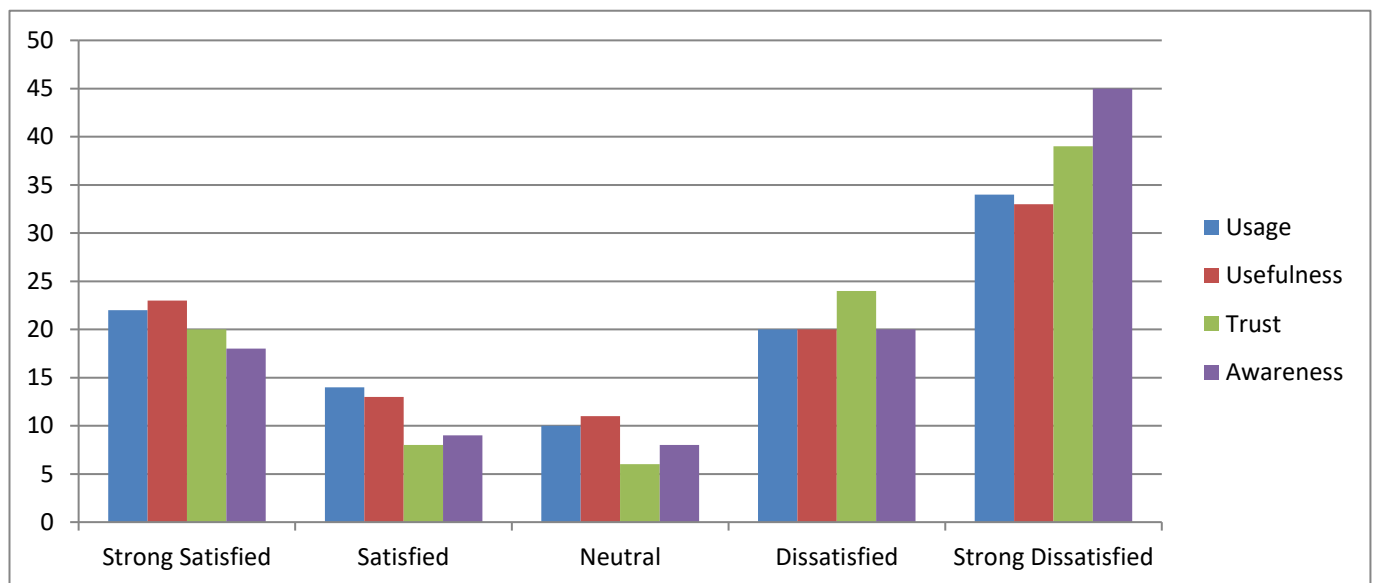


Fig. 2. Customer perception on electronic banking on usefulness, usage, trust and awareness

### 3.2 CUSTOMERS SATISFACTION ON ELECTRONIC BANKING SERVICES OFFERED BY NMB

Table 1. Customers satisfaction on electronic banking services offered by nmb

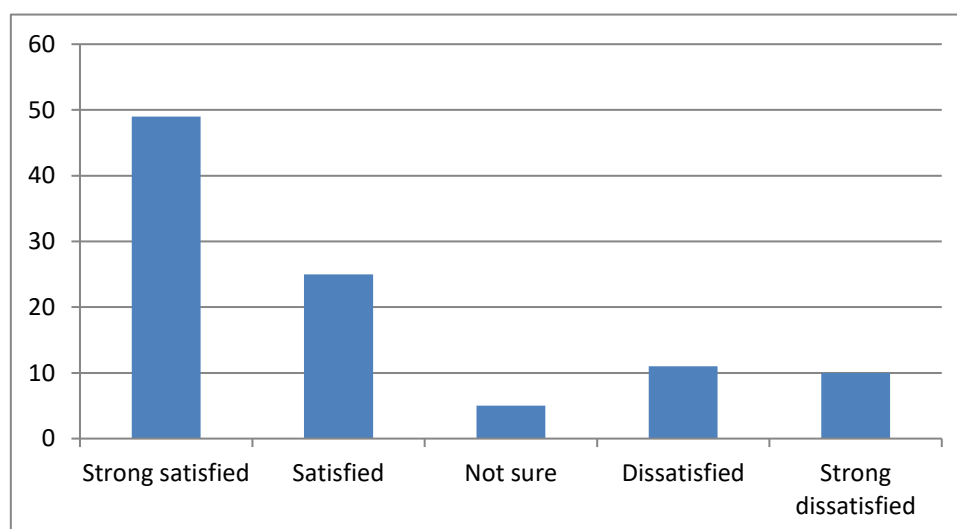
	Frequency	Percentage
Poor	51	57
Good	20	22
Very Good	13	14
Excellent	6	7
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>100</b>

Findings in Table 1 has indicated that 57% of respondent were not satisfied with the electronic services offered by NMB, 22% of the respondents said the services were good, 14% of the respondents said the services were very good according to their satisfaction and 7% of the respondents said the electronic banking services were excellent. Most of the respondents were not satisfied by the electronic banking services offered by NMB. The respondents (customers of NMB) were not satisfied by the electronic banking services hence they were prefer to use traditional banking services, the reason for not using electronic services were mostly trust (security) and awareness.

### 3.3 FACTORS LEADING TO ADOPTION AND USE OF ELECTRONIC BANKING SERVICES

*Table 2. Level of satisfaction with traditional banking services*

Responses	Frequency	Percent
Strong satisfied	44	49
Satisfied	22	25
Neutral	5	5
Dissatisfied	10	11
Strong dissatisfied	9	10
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>100</b>



*Fig. 3. Level of satisfaction with traditional banking services*

Findings indicated that 49% of the respondents were strong satisfied with traditional banking services, 25% were satisfied with traditional banking services whereas 5% of respondents were neutral on their level of satisfaction with traditional banking services. Correspondingly, 11% of the respondents were dissatisfied with traditional banking services and 10% of the respondents were strong dissatisfied with traditional banking services. This implies that majority of the respondents 74% were satisfied with traditional banking services at National Microfinance Bank. The traditional banking services enhance efficiency banking services and lead perceived effectiveness / efficacy in terms of usage, usefulness, trust and awareness.

### 3.4 FACTORS INFLUENCE THE ADOPTION OF INTERNET AND MOBILE BANKING

The study aimed at examine Customers adoption and use of internet and mobile banking at National Microfinance Bank in Tanzania. Respondents were asked the extent Internet and Mobile Banking that are required in boosting bank service. The table 3 indicated the findings.

Table 3. Extent on internet and mobile banking

Response	Frequency	Percent
Little extent	3	3
Moderate extent	7	8
Great extent	60	67
Very great extent	20	22
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>100</b>

Findings indicated that 67% of respondents indicated that internet and mobile banking improve banking service to a great extent, 22% of respondents indicated that internet and mobile banking improve banking service to a very great extent, 8% of respondents indicated that internet and mobile banking improve banking service to a moderate extent and only 3% of respondents indicated that internet and mobile banking improve banking service to a little extent. Findings implied that internet and mobile banking are the services in the banking sector that can be used to improve banking service at great extent. E-banking is very helpful for the any financial institution because it helps to reduce the labor cost as the work is done through electronic way.

Table 4. Factor leading to adoption and use of electronic banking

Factor	Not at all	Little extent	Moderate	Great extent	V.G.extent
Ease of use	26	9	6	15	34
Perceived risk	5	8	17	18	42
Reliability	46	10	7	12	15
Perceived usefulness	22	5	14	16	33
Received creditability	47	7	4	8	24

The number of respondents was 90. 37% of the respondents said it ease to use electronic banking, 29% of the respondents said it is not easy, in general 54% of the respondents agreed that it is easy to use electronic banking services. More ever 47% of the total respondents said there is great risk on using electronic banking services, and only 5% of the respondents said there is no perceived risk on using electronic banking. On reliability as a leading factor to electronic banking 51% of the respondents were not relied on electronic banking at all and 16% were relied on electronic banking services. On usefulness basis 24% of the respondents said they are not agree on the usefulness of electronic banking and 37% of the respondents said electronic banking services is more useful in today generation. And lastly on credibility basis 52% of the respondents were not having credibility on electronic banking services and 27% of the respondents said there a very great extent on electronic banking services. In general according to the respondents it is very easy to use electronic banking services, there are great risk on using electronic banking services, the respondents were not relied on electronic banking services, the respondents said electronic banking services is very useful and lastly the respondents credibility on electronic banking services were very low.

#### 4 DISCUSSION AND IMPLICATION

On customers perception on adoption and use of electronic banking services in Tanzania Commercial Bank, researcher found that majority of the respondents were appealed to use traditional banking services due to security, lower transaction cost, assurance, convenience and accessibility of the services. Also, researcher found that most respondents were strong satisfied with traditional banking services at National Microfinance Bank. Similarly, researcher found that security positively influences the perceived ease of use of traditional banking and awareness of traditional banking services and its benefits has a positive impact on customer's perceived usefulness. Also, researcher found that customer's approach towards using traditional banking has a significant impact on intention to use it.

Moreover, researcher found that most of respondents found that the traditional banking services technology was simple, easy to use and needed for training. Furthermore, researcher found that majority of respondents agreed to prefer using electronic banking services due to services efficacy, easy to use, useful in use, and save time.

On factors influence the adoption of internet and mobile banking, researcher found that majority of respondents indicated that internet and mobile banking improve the banking service to a great extent and majority of respondents rated the

performance of the internet and mobile banking as excellent. Similarly, researcher found that ease of use, perceived risk, reliability, perceived usefulness and received creditability influenced adoption of internet and mobile banking.

Electronic banking has a direct effect on the profitability of the NMB bank over the traditional banking services because e-banking services enhance the profitability of banks. The study shows a strong connection between e-banking services and the profitability of the bank. Through reduced costs, convenience, security, higher speed of transactions and increased streams of revenue, e-banking services enhance the profitability of the NMB bank. The ease with which e-banking services can be accessed has led to higher subscription rates that boost turnover. Convenience has made it possible for the unbanked segment to subscribe to the bank which has in turn increased the revenue earned by banks. Moreover, the higher speed of transactions means more transactions at a time leading to higher profits. Finally, the reduced costs due to low manpower required to facilitate the delivery of banking services has enhanced the profitability of the banks. Governments in developing countries have a big role to play in the success of e-banking in their respective countries. In Tanzania, there is need for the government to constantly review and adopt clear and relevant regulations that address the dynamic nature of e-banking.

## 5 CONCLUSION

The study concludes that secure and better ICT quality positively assists in building trust among the users who will utilize the e-banking services thus effective customer self efficacy/efficiency which will assist in decongesting banking halls but still serving customers well. Also, the study concludes that electronic mobile devices can aid in effective customer self efficacy. This is so because customers do not necessarily have to visit the bank to carry out transactions on their account. Instead, they can do so anywhere, any time at their convenience with the help of the electronic mobile devices. This means that the devices have a great influence on customer service self efficacy in commercial banks. The study concludes that electronic transactions are determined by customer driven factors such as customer intention drivers, customer attitude, ease of use by customer, usefulness of e-banking service to customer and trust were as rated in the analysis. Cost reduction and customer related factors have emerged as the main drivers of e-banking and customer service delivery channels. Mobile banking growth is expected to continue, reputational risks increases with an increase in use of e-banking. Internet security remains a major threat in e-banking. Hence banks need to ensure proper controls in e-banking services

## REFERENCES

- [1] Alex (2015) Factors Affecting the Adoption of Internet Banking in Nigeria.
- [2] Al Shibly (2011). Factors Affecting Adoption of Electronic Banking. An Analysis of the Perspectives of Banks' Customers.
- [3] International Journal of Business and Science Vol. 3 No. 17 2012.
- [4] Ajzen (1991). Theory Planned Behaviour.
- [5] Chebii, M. (2013). Kenya Commercial Bank and SME banking alternative channels. Retrieved from <http://smefinanceforum.org/post/kenya-commercial-bank-and-sme-banking-alternative-channels-by-milkah-chebii-from-kcb>.
- [6] Coombs, R., Saviotti, P. and Walsh, V., (1987) Economics and Technological Change, Macmillan: London.
- [7] Davis, Bagozzi, and Warshaw (1989). An analysis of the Technology Acceptance Model in Understanding University Students' Behavioral Intention to Use e-Learning. Department of Management London School of Economics.
- [8] Gan, C., Clemes, M., Limsombunchai, V., & Weng, A. (2006). A logit analysis of electronic banking in New Zealand. International Journal of Bank Marketing, 24 (6), 360-383. <https://doi.org/10.1108/02652320610701717>.
- [9] Hannsens, D. M., & Schultz, R. L. (2011). Market Response Models: Econometric and Time Series Analysis. Boston, USA: Kluwer Academic Publishers.
- [10] Ige, O. (1995). "Information technology in a De-regulated Telecommunications Environment", Keynote address, INFOTECH 95. First International Conference on Information Technology Management. Lagos, Nigeria. November 16-17. Impacting the Adoption of The Internet among SMEs, "
- [11] Kumbhar V. M. (2011). Alternative Banking: A Modern Practice in India, Professional Banker. India: ICFAI University press.
- [12] Kuisma, T., Laukkanen, T., & Hiltunen, M. (2007). Mapping the reasons for resistance to internet banking: a means-end approach. International Journal of Information Management, 27, 75-85. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2006.08.006>.
- [13] Kaleem, A., & Ahmad, S. (2008). Bankers perceptions of electronic banking in Pakistan Retrieved from <http://www.arraydev.com/commerce/jibc>.
- [14] Littler, D., & Melanthiou, D. (2006). Consumer perceptions of risk and uncertainty and the implications for behaviour towards innovative retail services: the case of internet banking. Journal of Retailing and Consumer Services, 13 (6), 431-443. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2006.02.006>.

- [15] Mkoka, I. J., (2014). The factors affecting the Adoption e-banking in Tanzania Banking Industry: The Case of Banks in Dar es salaam Region. Master's thesis, The Open University of Tanzania.
- [16] Maria, S., (2003). "Consumer adoption of technological innovations", *European Journal of Innovation Management*, Vol. 6 Iss: 2, pp.90 – 100.
- [17] Maduku (2014). Customers' adoption and use of e-banking services: the South African perspective. *Banks and Bank Systems (openaccess)*, 9 (2).
- [18] Mugenda, O., & Mugenda, A. (2003). *Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches*. Nairobi. Africa Center for Technology Studies.
- [19] Ostergaard (2010). The development perspectives for bthe ICT sector in North Jutland.
- [20] Park, K. H., & Weber, W. L. (2012). A note of efficiency and productivity growth in the Korean banking industry, 1992-2002. *Journal of Banking and Finance*, 30, 2371- 2386.
- [21] Parasuraman, A., Zeithaml, V., & Malhotra, A. (2001). E-S-QUAL: A Multiple-Item Scale for Assessing Electronic Service quality. *Journal of Service Research*, 7 (3), 213-234.
- [22] Shih, Y. Y., & Fang, K. (2004). The use of a decomposed theory of planned behaviour to study internet banking in Taiwan. *Internet Research*, 14 (3), 213-223. <https://doi.org/10.1108/10662240410542643>.
- [23] Thanika, D. J; Sharmila, P and Priyasha R., (2012). "Factors influencing the adoption of internet banking: a case study of commercial banks in Mauritius", *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*, Vol. 9 Iss: 3, pp.204 – 234.
- [24] Uppal (2011) A Comparative Study of Customer Perception toward E-banking Services Provided By Selected Private & Public Sector Bank in India.
- [25] Venkatesh, Davis and Morris (2007). The literature Review of Technology Adoption Models and Theories for the Novelty Technology.
- [26] Yousafzai, S. Y., Pallister, J. G., & Foxall, G. R. (2003). A proposed model of e-trust for electronic banking. *Technovation*, 23 (11), 847-860. [https://doi.org/10.1016/S0166-4972 \(03\) 00130-5](https://doi.org/10.1016/S0166-4972 (03) 00130-5).

## L'enseignement au Congo, un tremplin ou une carrière chez les jeunes: Enquête menée auprès des étudiants de l'Institut Supérieur Pédagogique de Kindu

### [ Teaching in Congo, a springboard or a career for young people: Survey conducted among students of the Higher Pedagogical Institute of Kindu ]

*Pascal Kugana Ndasi*

Assistant, Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation, Université de Kindu, RD Congo

---

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** In this study on teaching in the Congo, a springboard or a career for young people, we have set ourselves two objectives, in particular to grasp the way in which the graduating students of the first and second cycles of the Higher Pedagogical Institute of Kindu consider the education (in other words, discover the value they give to their world of work), and understand if they are ready to access it and want to stay there as long as possible despite the difficulties involved. We found in the light of our results that the young people surveyed consider teaching to be a job for life (career) and they show a desire to integrate the profession in order to stay there for a long time., notwithstanding the difficulties which surround this profession in the Democratic Republic of Congo and which make society consider as miserable, those who work there.

**KEYWORDS:** Teaching career, springboard, youth.

**RESUME:** Dans cette étude sur l'enseignement au Congo, un tremplin ou une carrière chez les jeunes, nous nous sommes fixés deux objectifs notamment saisir la manière dont les étudiants finissants du premier et du deuxième cycle de l'Institut Supérieur Pédagogique de Kindu considèrent l'enseignement (autrement dit, découvrir la valeur qu'ils donnent à leur monde de travail), et comprendre s'ils sont prêts à y accéder et vouloir y demeurer le plus longtemps possible malgré les difficultés y afférentes. Nous avons constaté à la lumière de nos résultats que les jeunes enquêtés considèrent l'enseignement comme un travail pour la vie (la carrière) et ceux-ci manifestent une volonté d'intégrer le métier dans le souci d'y demeurer pour un long moment, nonobstant les difficultés qui entourent ledit métier en République Démocratique du Congo et qui font que la société considère comme misérable, ceux qui y œuvrent.

**MOTS-CLEFS:** Carrière enseignante, tremplin, jeunes.

## 1 INTRODUCTION

Le travail est une activité physique ou intellectuelle que la société exige ou que l'on impose en vue d'un but déterminé. Le plus souvent, il contribue à la bonne insertion sociale de l'homme en lui procurant une occupation régulière, qui le valorise par rapport à ses semblables et lui donne la possibilité d'accéder à l'autonomie financière [4].

Etant considéré à ce jour comme une valeur centrale dans l'évolution de l'homme, le travail concerne d'office toute catégorie de personnes; les gouvernants comme les gouvernés, tant jeunes que vieux. De part l'importance que requiert le travail, tous les gouvernants luttent pour la réduction du chômage dans leurs pays en assurant tant soit peu un emploi à leur population. Ainsi l'accession à un emploi préoccupe toutes les couches de la population.

En effet, de nos jours; le travail n'est plus une évidence. Il devient incertain et il évolue. Les postes changent ou se transforment et avec eux les compétences demandées. Mais avant même d'accéder à un emploi ou à un métier, se pose la question du choix et de la construction d'un projet clair et réalisable, aussi bien pour les salariés que pour les jeunes ou les demandeurs d'emploi. La réponse en termes d'orientation initiale ou en cours de carrière a pris la forme de conseil individuel [1].

Par ailleurs, le choix du métier est en effet une décision consciente, prise par l'adolescent à son propre sujet. L'univers des métiers, les caractères spécifiques de chacun d'eux constituent l'un des facteurs pris en compte dans cette décision et les représentations des professions plus ou moins stéréotypées [2].

Le même auteur précité avance que l'autre facteur qui pèse dans la décision, c'est le sujet avec ses aptitudes, ses intérêts, sa personnalité tels que lui-même les perçoit, non tels qu'un observateur objectif pourrait les évaluer. A ce niveau, une des tâches du conseiller est parfois justement d'aider l'adolescent à ajuster à la réalité l'idée qu'il se fait de lui-même.

Il est clair que les sociétés actuelles, par un processus d'individualisation, demandent plus qu'avant à chacun de construire par soi-même son identité. L'individualisation a pour résultat d'imposer à l'individu d'opérer par lui-même ses choix de vie, choix qui, par le passé, étaient davantage guidés par l'intégration à un milieu idéologique, professionnel ou social. D'un côté des projets identitaires des jeunes qui insistent sur l'importance du travail comme dimension importante du développement de l'identité et qui, de plus, ont besoin de cette référence plus urgemment qu'avant face à la dissolution des autres systèmes référentiels de l'identité; et de l'autre côté, une réalité sociale qui rend beaucoup plus difficile la réalisation de ces projets [1].

De ce fait, le jeune est appelé à choisir de lui-même son travail certes en se référant à son environnement. Le choix de métier se fait aussi en amont via le choix d'une filière d'étude pouvant conduire à cette fin. Ainsi donc, lorsqu'on se choisie une filière d'étude, on se fait d'idée sur l'avenir du travail susceptible à occuper à son terme. L'orientation scolaire est une orientation professionnelle à posteriori [5]. Ce qui signifie que ces choix résulteraient d'une confrontation logique entre la représentation des filières de formation et des métiers, et celles que le jeune se fait de lui-même [3].

Ceci justifie le fait que les étudiants se représentent forcément l'emploi qu'ils pourront occuper après leurs études. Et c'est tout à fait logique que ceux de l'Institut Supérieur Pédagogique puissent en premier lieu penser à l'enseignement étant donné qu'ils en sont du domaine.

Comme dit ci-haut, avec l'évolution de la société, le monde du travail connaît des transformations à tous les niveaux y compris celui de l'enseignant. Les travailleurs (enseignants) subissent à leur tour cette évolution tant bien que mal. Les difficultés dans lesquelles les organisations étatiques se retrouvent touchent aussi manifestement le travail de l'enseignant et font que celui-ci (travail de l'enseignant) perd de plus en plus son prestige.

A cet effet, il se remarque dans notre société congolaise, plus particulièrement en Province du Maniema, dans la ville de Kindu que; après le diplôme de licence ou de graduat, les jeunes qui se lancent dans la recherche de travail, dans la plupart de cas, se plongent d'abord dans l'enseignement car le monde de travail est trop saturé en République Démocratique du Congo, où le chômage bat record. Malgré leur formation qui n'est pas forcément compatible avec l'enseignement au secondaire, ceux-ci y vont néanmoins pour y retrouver tant soit peu un moyen de survie dans un premier temps.

S'ils peuvent se retrouver dans l'enseignement, c'est en ayant en tête l'idée de le quitter le plus vite possible; pour plusieurs raisons entre autres faute d'une bonne rémunération pour un travail ardu et exigeant, les conditions de travail non confortables, ... mais encore et surtout la non considération dudit métier par la population (un enseignant est pris pour misérable dans la société). Les jeunes considèrent celui-ci comme un emploi pouvant les aider dans un premier temps tout en cherchant celui qui paraît plus décent que ce dernier. Donc l'enseignement est vu par ceux-ci comme un métier d'attente.

Au regard de tout ce qui précède et des difficultés qui entourent ce travail, une attention particulière est focalisée sur les étudiants finissants du premier et deuxième cycle de l'Institut Supérieur Pédagogique de Kindu. Jeunes comme tous les autres, dans la même contrée, mais étant du domaine de part leur formation, nous avons estimé que ces derniers peuvent avoir une autre considération au métier d'enseignant. Telle est l'idée maitresse autour de laquelle s'articule cette recherche.

Ainsi, nous voulons comprendre la manière dont les jeunes étudiants finissants du premier et deuxième cycle de l'Institut Supérieur Pédagogique de Kindu considèrent-ils le métier d'enseignant et si à leur tour, souhaitent ou non, y aller pour demeurer et en faire leur carrière étant donné qu'ils sont formés pour ce travail; soit qu'ils projettent s'y rendre pour un laps de temps malgré qu'ils en soient du domaine.

Ceci suscite en nous des interrogations suivantes:

- Comment est-ce que les étudiants de l'Institut Supérieur Pédagogiques de Kindu considèrent-ils le métier d'enseignant ?
- Etant donné que c'est le lieu approprié pour leur travail de par la filière d'études suivie, acceptent-ils d'y accéder et y demeurer longtemps malgré les difficultés y afférentes ?

Tenant compte de notre préoccupation ci-haut évoquée, notre objectif dans cette étude est de comprendre la manière dont ces étudiants perçoivent le métier de l'enseignant. Concrètement, il s'agit de:

- Saisir la manière dont les étudiants finissants du premier et du deuxième cycle de l'Institut Supérieur Pédagogique de Kindu considèrent l'enseignement, c'est-à-dire découvrir la valeur qu'ils donnent à leur monde de travail;
- Comprendre s'ils sont prêts à y accéder et vouloir y demeurer le plus longtemps possible malgré les difficultés y afférentes.

De ce qui précède, nous pensons que:

- Les étudiants de l'Institut Supérieur Pédagogique de Kindu donneraient de la place de prestige à l'enseignement et le considéreraient comme un travail noble étant donné que c'est un métier où l'on s'occupe de l'éducation de la jeunesse sans lequel toute l'humanité serait détruite;
- Ceux-ci seraient prêts à y accéder et y demeurer le plus longtemps possible étant donné que c'est leur lieu de travail par excellence, et ce travail est une vocation pour eux; malgré les difficultés y afférentes ainsi que la considération lui réservée par la société actuelle plus particulièrement celle de Kindu.

Notre détermination à réaliser ce travail repose sur le fait que le métier de l'enseignant qui est si noble perd de plus en plus sa valeur et la jeunesse s'en désintéresse alors qu'elle est appelée à prendre la relève dans les jours qui viennent. Ainsi en nous tournant vers les étudiants finissants de l'Institut Supérieur Pédagogique, nous cherchions à comprendre effectivement si une frange de ladite jeunesse aime encore l'enseignement et, fournir des éléments pouvant aider tant soit peu les dirigeants politico-administratives dans la redynamisation de ce secteur de travail et le rendre le plus attirant pour la jeunesse.

## 2 CADRE CONCEPTUEL

### 2.1 CARRIÈRE ENSEIGNANTE AU CONGO

La profession d'enseignant est de moins en moins convoitée par les jeunes de la République Démocratique du Congo. Jour après jour, année après année, les conditions de vie des enseignants se dégradent progressivement et la qualité de l'enseignement perd en qualité. C'est une situation générale au Congo [7].

Le Congo a certainement un grand nombre d'enseignants qualifiés pour exercer cette profession mais malheureusement qui ne s'en intéresse pas ! C'est en fait une conséquence de la vie difficile des enseignants. Le métier ne fait plus rêver les jeunes. Devenir enseignant de l'école primaire ou du secondaire peut même être un cauchemar pour certains et une déconsidération dans la société. Les jeunes censés assurer la relève se montrent ainsi désintéressés. La surprise est que trop moins nombreux souhaitent devenir enseignant dans les jours qui viennent.

Des nombreux enseignants n'ont pas choisi ce métier par gaité de cœur. D'ailleurs, en République Démocratique du Congo, l'enseignement est comparable à une salle d'attente pour beaucoup. L'expression veut dire tout simplement qu'on enseigne en attendant de décrocher un boulot plus intéressant. Ainsi donc, si l'on peut améliorer la dimension salariale des enseignants, améliorer leur condition de travail serait aussi cruciale, car la rémunération à elle seule, ne suffit pas du tout pour motiver un individu en milieu de travail [7].

## 3 METHODOLOGIE

Cette recherche est une enquête réalisée sur terrain. Elle a eu pour population, l'ensemble des étudiants finissants du premier et du deuxième cycle de l'Institut Supérieur Pédagogique de Kindu de l'année académique 2018-2019, étant donné qu'ils étaient à la porte de sortie pour un emploi futur mais encore qu'ils ont passé le stage de professionnalisation qui leur a donné la capacité de palper du doigt les réalités de leur monde de travail.

Pour la constitution de l'échantillon, nous avons recouru à la méthode non probabiliste en faisant usage d'échantillon occasionnel. Ainsi, 150 sujets ont constitué ledit échantillon (parmi lesquels 100 étudiants finissant du premier cycle et 50 sujets finissants du deuxième cycle). Nous avons utilisé un questionnaire pour la collecte des données. Nous avons recouru à

la seule technique de statistique basée sur le calcul des fréquences et de pourcentage selon la formule suivante:  $\% = \frac{f}{N} \times 100$  dont: %= Pourcentage, f= Fréquence, pour le traitement des données. Cette étude couvre l'année académique 2018-2019.

#### **4 PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS**

Comme décrit ci-haut, nous avons fait usage d'un questionnaire de deux types pour la collecte des données. Chaque question a servi pour recueillir l'opinion des sujets. Ainsi, dans le traitement de celles-ci, elle s'est faite séparément, puis les réponses globales sont présentées à la fin.

##### **4.1 VALEUR DU METIER D'ENSEIGNANT CHEZ LESDITS FINISSANTS**

La question numéro un voulait découvrir la manière dont les étudiants se sont choisis l'Institut Supérieur Pédagogique comme lieu d'étude, car il n'existe plus de service d'orientation scolaire en République Démocratique du Congo. Il leur a été demandé ce qui suit: Qui vous a aidé à choisir l'Institut Supérieur Pédagogique pour vos études supérieures ? Les résultats auxquels nous avons abouti sont confinés dans le tableau qui suit:

**Tableau 1. Choix de l'Institut Supérieur Pédagogique pour les études**

Occurrences	Niveau d'étude				TOTAL	
	Graduat		Licence		f	%
	f	%	f	%		
Vous-mêmes	75	50	37	24,7	112	74,7
Vos pairs	25	16,7	13	8,7	38	25,4
TOTAL	100	66,7	50	33,4	150	100

Il ressort de ce tableau que 112 sujets soit 74,7% des personnes interrogées (respectivement 75 soit 50% de graduat et 37 soit 24,7% de licence) ont choisi eux-mêmes l'Institut Supérieur Pédagogique de Kindu pour des études; et 38 sujets soit 25,4% des personnes interrogées (dont respectivement 25 soit 16,7% sont de graduat et 13 soit 8,7% sont de licence) ont été appuyé dans le choix de cette institution.

Les résultats susmentionnés indiquent que la majorité de nos sujets (112 soit 74,7%) se sont choisis eux-mêmes ledit institut pour des enseignements supérieurs.

Nous avons voulu savoir par la suite, si lesdits étudiants étaient informés des débouchés de leurs études, en optant pour l'Institut Supérieur Pédagogique, étant donné qu'il n'existe plus de service d'orientation scolaire. Les observations qui découlent du dépouillement de la question numéro deux, apportent une lumière là-dessus en ce sens que tous nos enquêtés (100%) se disent avoir été informés suffisamment des débouchés des études à l'Institut Supérieur Pédagogique.

En effet, après leur venue à ladite institution, jusqu'à ce jour ayant maîtrisé tous les rouages de son fonctionnement, en étant conscient des débouchés de leurs études et le marché d'emploi saturé qui les attend, nous avons voulu savoir s'ils sont satisfaits de leur existence à cet Institut et en y poursuivant leurs études. Les résultats de la question numéro trois y apportent éclaircissement en ce sens:

**Tableau 2. Satisfaction des sujets dans leurs études à l'Institut Supérieur Pédagogique**

Occurrences	Niveau d'étude				TOTAL	
	Graduat		Licence		f	%
	f	%	f	%		
Oui	92	61,3	48	32	140	93,3
Non	8	5,3	2	1,3	10	6,6
TOTAL	100	66,6	50	33,3	150	100

La lecture de ce tableau indique que 140 sujets soit 93,3% (dont respectivement 92 soit 61,3% de sujets sont du graduat et 48 soit 32% de licence) se disent satisfaits des études à ladite institution; et 10 autres sujets soit 6,6% ne sont pas satisfaits de leur institution malgré qu'ils y sont pour leurs études.

Ainsi, les résultats ci-haut indique clairement que la majorité (soit 93,3%) de nos enquêtés sont satisfaits de leurs études qu'ils réalisent.

Il nous était important de vérifier si nos enquêtés avaient la maîtrise de leur lieu de travail par excellence étant donné qu'ils sont finissants de leurs cycles d'études et appelés à travailler. Les résultats de la question numéro quatre nous en donnent une précision en ce terme: tous les sujets enquêtés (soit 100%) connaissent parfaitement leur monde de travail.

Etant rassuré que ceux-ci maîtrisent bien leur monde de travail, avec toutes difficultés y afférentes, nous avons alors voulu savoir si les sujets enquêtés pouvaient envisager au sortir de leur formation, travailler comme enseignant, car c'est leur travail par excellence et pour lequel ils ont été formés. Les résultats à la question numéro cinq nous offrent une précision dans ce sens:

**Tableau 3. La volonté de travailler comme enseignant**

Occurrences	Niveau d'étude				TOTAL	
	Graduat		Licence		f	%
	f	%	f	%		
Oui	80	53,3	40	26,7	120	80
Non	20	13,3	10	6,7	30	20
TOTAL	100	66,6	50	33,4	150	100

La lecture de ce tableau nous indique que 120 sujets soit 80% de nos enquêtés (dont respectivement 80 soit 53,3% sont du graduat et 40 soit 26,7% de licence) préfèrent bien travailler comme enseignant au sortir de leur formation, et 30 autres soit 20% de nos sujets (dont 20 soit 13,3% de graduat et 10 soit 6,7 de licence) pensent faire autre travail que l'enseignement pour lequel ils sont formés.

Il s'observe donc que la plupart de nos enquêtés (120 sujets soit 80%) sont prêts à travailler comme enseignant au secondaire, au terme de leur formation.

Les sujets enquêtés, ayant accepté qu'ils envisagent travailler comme enseignant dès la fin de leurs études, soutiennent leur position par des raisons qu'ils avancent en ces termes:

**Tableau 4. Raisons de ceux qui envisagent enseigner**

RAISONS	f	%
Bonne éducation des jeunes	75	62,5
Carence d'enseignants qualifiés	45	37,5
Métier noble	15	12,5
Passion pour l'enseignement	10	8,3
TOTAL	120	-

Les résultats de ce tableau nous indique que, parmi les sujets ayant accepté d'enseigner en premier lieu, ils avancent comme raisons: la bonne éducation des jeunes 62,5%, la carence d'enseignants qualifiés 37,5%, un métier noble 12,5% et la passion pour l'enseignement 8,3%.

Comme exprimé ci-haut, certains de nos sujets n'étant pas prêts à œuvrer comme enseignant (soit 20%); ils avancent certains arguments que nous résumons dans le tableau ci-dessous:

**Tableau 5. Raisons de ceux ne voulant pas travailler comme enseignant**

Occurrences	f	%
Travail ardu	26	86,7
Rémunération dérisoire	15	50
TOTAL	30	-

Ce tableau nous indique comme raisons suivantes de ceux ne voulant pas travailler en premier lieu comme enseignant: un travail ardu 86,7% et une rémunération dérisoire 50%.

Dans le souci de comprendre la considération que ceux-ci donnent au métier d'enseignant, au regard de leur jeunesse, étant plein d'ambitions; nous leur avons posé une question à cette fin. Les résultats de la sixième question révèlent ce qui suit:

**Tableau 6. Considération du travail d'enseignant**

Occurrences	Niveau d'étude				TOTAL	
	Graduat		Licence		f	%
	f	%	f	%		
Travail pour la vie	90	60	40	26,7	130	86,6
Travail temporaire	10	6,7	10	6,7	20	13,4
TOTAL	100	66,6	50	33,4	150	100

Les résultats contenus dans ce tableau révèlent que 130 sujets soit 86,7% (respectivement 90 soit 60% sont en graduat et 40 soit 26,7 en licence) de nos enquêtés considèrent l'enseignement comme un travail pour toute la vie, et 20 autres sujets soit 20% (dont respectivement 10 soit 6,7% sont en graduat et en licence) considèrent l'enseignement comme un travail temporaire.

Ces résultats indiquent clairement que de façon majoritaire (130 sujets soit 86,6%), nos enquêtés considèrent l'enseignement comme un travail pour toute la vie dès la fin de leur formation (une carrière).

En vue de comprendre s'ils accordent une place de primauté à leur métier noble qui est l'enseignement, nous avons voulu savoir s'ils accepteraient d'y travailler en premier. Il leur a été posé la question suivante: au terme de vos études, aimeriez-vous en premier lieu travailler comme enseignant ? Les résultats de la question numéro sept se résument dans le tableau qui suit:

**Tableau 7. Enseignement comme premier métier**

Occurrences	Niveau d'étude				TOTAL	
	Graduat		Licence		f	%
	f	%	f	%		
Oui	85	56,7	42	28	127	84,7
Non	15	10	8	5,3	23	15,3
TOTAL	100	66,6	50	33,4	150	100

Les résultats dans ce tableau nous indiquent que 127 sujets soit 84,7% (dont respectivement 85 sujets soit 56,7% sont de graduat et 42 soit 28% sont de licence) considèrent l'enseignement comme leur tout premier métier dès la fin de leurs études étant déjà à son terme; et 23 autres soit 15,3% (soit 10% de graduat et 5,3% de licence) pensent à autre métier que celui de l'enseignant.

Globalement, les résultats ci-haut nous indiquent clairement que nos sujets (127 soit 84,7%) accordent une place de prestige au métier d'enseignant et considère celui-ci comme leur tout premier travail qu'ils devront effectuer au sortir de leur formation.

#### 4.2 VOLONTE D'ACCESSION À L'ENSEIGNEMENT PAR LES FINISSANTS

A ce niveau, nous cherchions à comprendre si nos enquêtés (étudiants finissants du premier et deuxième cycle à l'Institut Supérieur Pédagogique de Kindu) sont prêts à intégrer le monde d'enseignement et vouloir y demeurer le plus longtemps possible malgré les difficultés y afférentes.

Ainsi, à la question numéro huit, nous leur avons demandé ce qui suit: Etant donné que votre formation vous rend outillé pour l'enseignement au Secondaire, accepteriez-vous d'y aller ? Les réponses à cette interrogation sont résumées dans le tableau ci-dessous:

**Tableau 8. Acceptation d'intégrer l'enseignement au terme des études**

Occurrences	Niveau d'étude				TOTAL	
	Graduat		Licence		f	%
	f	%	f	%		
Oui	90	60	38	25,3	128	85,3
Non	10	6,7	12	8	22	14,7
TOTAL	100	66,7	50	33,3	150	100

La lecture de ce tableau nous indique que 128 sujets soit 85,3% (dont 90 soit 60% sont de graduat et 38 soit 25,3% de licence) acceptent d'intégrer le monde de l'enseignement secondaire, et 22 autres soit 14,7% (respectivement 10 soit 6,7% de graduat et 12 soit 8% de licence) disent le contraire.

Ayant la maîtrise des difficultés entourant le monde d'enseignement en République Démocratique du Congo lors de leur stage de professionnalisation, nous avons voulu savoir s'ils sont d'avis d'intégrer ledit métier, et d'y passer assez de temps car étant du domaine. Il leur a été demandé à la question numéro neuf ce qui suit: au regard des difficultés entourant le travail de l'enseignant Aimerez-vous d'y aller et y demeurer pour un long moment ? Les résultats ressortissants de cette interrogation se résument dans le tableau ci-après:

**Tableau 9. Intégrer et demeurer pour longtemps dans la carrière enseignante**

Occurrences	Niveau d'étude				TOTAL	
	Graduat		Licence		f	%
	f	%	f	%		
Oui	90	60	40	26,7	130	86,7
Non	10	6,7	40	6,7	20	13,4
TOTAL	100	66,7	50	33,3	150	100

La lecture de ce tableau nous indique que 130 sujets soit 86,7% des enquêtés (respectivement 90 soit 60% sont de graduat et 40 soit 26,7 de licence) projettent faire la carrière enseignante, et 20 autre sujets soit 13,4% pensent autrement c'est-à-dire que s'ils peuvent y aller, mais pas pour en faire leur carrière.

Globalement, il s'observe que la majorité de nos enquêtés (130 soit 86,7%) rêvent faire de l'enseignement leur carrière, c'est-à-dire y accéder et demeurer pour le plus longtemps possible.

## 5 DISCUSSION DES RESULTATS

Dans cette section, il est question de discuter nos résultats avec la littérature existante. Il ressort de nos investigations que la majorité de nos sujets (112 soit 74,7%) se sont choisis eux-mêmes l'Institut Supérieur Pédagogique pour leur formation. Tous nos enquêtés (150 sujets soit 100%) ont été informés suffisamment des débouchés des études à l'Institut Supérieur Pédagogique avant d'opérer leur choix. Les résultats de notre investigation nous indiquent clairement que la majorité (soit 93,3%) de nos enquêtés sont satisfaits de leurs études qu'ils réalisent dans ladite institution.

En rapprochant nos résultats à ceux de certains auteurs ayant enquêté sur l'accès à la carrière enseignante en formation professionnelle au secondaire, lesdits résultats vont dans un même sens car ceux-ci ont constaté au terme de leurs

investigations que la bifurcation vers l'enseignement professionnel est le fait d'un choix, ce que plusieurs indices ont confirmé. En effet, la majorité des enseignants estiment que l'enseignement n'était pas le seul débouché dans leur domaine de spécialisation, le tiers des répondants avaient planifié d'enseigner un jour et la majorité se trouve dans une situation où les enseignants avaient le goût de relever un nouveau défi professionnel [6].

S'agissant de la volonté d'exercer la carrière enseignante, il s'observe donc que la plupart de nos enquêtés (120 sujets soit 80%) manifestent la volonté de travailler comme enseignant au secondaire au terme de leur formation. Ceux-ci avancent comme raisons: assurer la bonne éducation des jeunes 62,5%, la carence d'enseignants qualifiés 37,5%, ils pensent que celui-ci est un métier noble 12,5% mais aussi la passion qu'ils possèdent pour l'enseignement 8,3%. A cet effet, les résultats de nos investigations indiquent aussi clairement de façon majoritaire 130 sujets soit 86,6% de nos enquêtés considèrent l'enseignement comme un travail pour toute la vie dès la fin de leur formation (une carrière). Il se remarque ensuite que nos sujets (127 soit 84,7%) accordent une place de prestige au métier d'enseignant et espèrent que celui-ci soit leur tout premier travail qu'ils devront effectuer dès la fin de leurs études.

Ces résultats rejoignent ceux auxquels ont abouti d'autres chercheurs, selon lesquels les sujets qu'ils ont enquêtés prennent des décisions, notamment celle de laisser un emploi stable pour enseigner [6]. Ceci prouve qu'ils ont la volonté d'exercer le métier d'enseignant et on peut prétendre dire qu'ils considèrent l'enseignement comme un métier noble.

En ce qui concerne l'intégration du métier d'enseignant, il ressort des nos investigations que 128 sujets soit 85,3% (dont 90 soit 60% sont de graduat et 38 soit 25,3% de licence) acceptent d'intégrer le monde de l'enseignement secondaire. S'agissant de temps à passer à l'enseignement, il s'observe que la majorité de nos enquêtés (130 soit 86,7%) rêvent faire de l'enseignement leur carrière, c'est-à-dire y accéder et demeurer pour le plus longtemps possible.

Bien que nous apportant une connaissance sur la considération qu'ont les jeunes du métier de l'enseignant en la ville de Kindu, cette étude a ses limites. Celles-ci sont dues notamment au choix méthodologique opéré.

Nous avons opté pour les étudiants finissants du premier et deuxième cycle pour nos enquêtes, mais il était important d'étendre la recherche en posant également la question aux jeunes étant déjà dans l'enseignement proprement dit. Ensuite, nous avons opéré le choix sur l'échantillon occasionnel qui ne nous permet pas de généraliser nos résultats sur toute la population de notre étude; lesdits résultats ne se limitent que sur ceux qui ont pris part effectivement à l'enquête. L'instrument d'enquête utilisé ne nous a pas fourni toutes les données possibles dans le sens de notre recherche, il a fallu réfléchir dans le sens de l'améliorer. Telles sont certaines insuffisances de la présente étude.

## **6 CONCLUSION**

En voulant mettre un point final à cette étude, il sied de rappeler ici notre double objectif assigné à cette étude notamment saisir la manière dont les étudiants finissants du premier et du deuxième cycle de l'Institut Supérieur Pédagogique de Kindu considèrent l'enseignement (autrement dit, découvrir la valeur qu'ils donnent à leur monde de travail), et comprendre s'ils sont prêts à y accéder et vouloir y demeurer le plus longtemps possible malgré les difficultés y afférentes.

Pour réaliser ce double objectif et vérifier nos hypothèses, nous avons collecté les données à l'aide d'un questionnaire administré à 150 étudiants finissants du premier et deuxième cycle de l'Institut Supérieur Pédagogique de Kindu de l'année académique 2018-2019.

Après analyse et interprétation des résultats, il sied d'affirmer que de façon majoritaire (130 sujets soit 86,6%), nos enquêtés considèrent l'enseignement comme un travail pour toute la vie dès la fin de leur formation (une carrière). Ceci veut tout simplement dire que ces jeunes considèrent l'enseignement comme un travail noble et celui-ci est un métier qui continue à avoir son prestige.

Au regard de ces résultats, notre première hypothèse selon laquelle les étudiants de l'Institut Supérieur Pédagogique de Kindu donneraient de la place de prestige à l'enseignement et le considéreraient comme un travail noble étant donné que c'est un métier où l'on s'occupe de l'éducation de la jeunesse sans lequel toute l'humanité serait détruite, est confirmée.

S'agissant de la volonté et le temps à passer dans l'enseignement, il ressort de nos investigations que 128 sujets soit 85,3% (dont 90 soit 60% sont de graduat et 38 soit 25,3% de licence) acceptent d'intégrer le monde de l'enseignement secondaire. S'agissant de temps à passer à l'enseignement, il s'observe que la majorité de nos enquêtés (130 soit 86,7%) rêvent faire de l'enseignement leur carrière, c'est-à-dire y accéder et demeurer pour le plus longtemps possible. A la lumière de ces résultats, notre deuxième hypothèse est aussi corroborée.

Somme toute, Cette étude nous a permis de comprendre la manière dont certains jeunes particulièrement les étudiants de l'Institut Supérieur Pédagogique de Kindu perçoivent le métier de l'enseignant. Même si ledit métier est de moins à moins désireux par les jeunes, néanmoins certains peuvent encore rêver devenir enseignant, si pas pour y gagner de fric, néanmoins à cause de sa noblesse ou carrément la passion que ceux-là peuvent avoir pour ce métier.

#### REFERENCES

- [1] Bernaud, J. et Lemoine, C., traité de psychologie du travail et des organisations, 3ème éd. Paris: Dunod, 2012.
- [2] Gadbois, C., Choix professionnel et conception de soi, Paris: Laboratoire de psychologie du travail de l'E.P.H.E, 2012.
- [3] Meunier, O., orientation scolaire et insertion professionnelle, Approches sociologiques. Lyon: Institut national de recherche pédagogique, 2008.
- [4] Sillamy, Dictionnaire de psychologie. Paris: Larousse, 2006.
- [5] Wenda, P., Orientation scolaire et professionnel. Paris: Harmattan, 2014.
- [6] Frédéric D., Chantal R., L'accès à la carrière enseignante en formation professionnelle au secondaire: le choix d'un espace professionnel, in Nouveaux cahiers de la recherche en éducation, Volume 11, numéro 1, 2008 available: <https://doi.org/10.7202/1017506ar> (August 15, 2019).
- [7] Ngandu, J., le métier d'enseignant n'intéresse plus les jeunes available: <https://habarirdc.net/metier-denseignant-ninteresse-plus-jeunes>. (May 24,2020).

## Effets de conjugaison polaire directe sur le groupe azoté dans les sels N-méthoxycarbonyl- (oxy) -pyridiniums

### [ Effects of direct polar conjugation on the nitrogen group in N-methoxycarbonyl- (oxy) -pyridinium salts ]

Agbodan Kokou Agbékonyi<sup>1</sup>, Simalou Oudjaniyobi<sup>2</sup>, Tchani Gneiny Whad<sup>2</sup>, and Jondo Koffi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Génie des Procédés et Ressources Naturelles (LAGEPREN), Département de Chimie, Université de Lomé, 01  
BP 1515 Lomé 01, Lomé, Togo

<sup>2</sup>Laboratoire de Chimie Organique et des Substances Naturelles (LabCosNat), Département de Chimie, Université de Lomé, 01  
BP 1515 Lomé 01, Lomé, Togo

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** Nowadays, pyridinium salts are an important source of raw materials whose applications are found in chemical and industrial industry. By introducing other types of anions or by modifying their structures, their properties can be easily modified. After synthesis of a series of these compounds, a study of their structures has been started. Using Hammett substituent constants, the direct polar conjugation effect on nitrogen group of nucleus were studied. The spectroscopic characteristics determined show that the vibrations of the carbonyl group  $\nu_{(C=O)}$  are well correlated with the constants of the Hammett substituent as well as the integral intensities  $B_8$ . Considering the perchlorate ion, the largest integral intensity is found with the perchlorate N- methoxycarbonyloxy-4-methyloxy pyridinium with a value of  $20,1 \cdot 10^{-3} \text{ L.mol}^{-1}\text{cm}^{-2}$ . The smallest value concerns the perchlorate N- methoxycarbonyloxy pyridinium ( $15,6 \cdot 10^{-3} \text{ L.mol}^{-1}\text{cm}^{-2}$ ). The  $\nu_{C=O}$  variables vary in the opposite direction and are  $1826 \text{ cm}^{-1}$  and  $1831 \text{ cm}^{-1}$ , respectively. With these two characteristic quantities and the Hammett substituent parameters, the best correlation is found by using  $\sigma_R^+$ . The displacement of the electronic density of the radical on the nitrogen group occurs. Thus, methoxy, phenoxy and aryloxy carbonyls groups polarize the pyridinium system group and create the conditions for the manifestation of direct polar conjugation effects.

**KEYWORDS:** Salts, Hammett parameters, spectroscopy, integral intensities, correlation.

**RESUME:** De nos jours, les sels de pyridinium constituent une source importante de matières premières dont les applications se retrouvent dans les industries chimique et industrielle. En introduisant d'autres types d'anions ou en modifiant leurs structures, leurs propriétés peuvent être facilement modifiées. Après synthèse d'une série de ces composés, une étude de leurs structures a été entamée. En utilisant les constantes des radicaux de Hammett, les effets de conjugaison polaire directe sur le groupe azoté du noyau ont été étudiés. Les caractéristiques spectroscopiques déterminées montrent que les vibrations du groupe carbonyle  $\nu_{(C=O)}$  sont bien corrélées avec les constantes des radicaux de Hammett de même que les intensités intégrales  $B_8$ . En considérant l'ion perchlorate, la plus grande intensité intégrale se retrouve avec le perchlorate-N-méthoxycarbonyloxy-4-méthyloxy pyridinium avec une valeur de  $20,1 \cdot 10^{-3} \text{ L.mol}^{-1}\text{cm}^{-2}$ . La plus petite valeur concerne le perchlorate N-méthoxycarbonyloxy pyridinium. Elle est de  $15,6 \cdot 10^{-3} \text{ L.mol}^{-1}\text{cm}^{-2}$ . Les  $\nu_{C=O}$  varient dans le sens contraire et sont respectivement de  $1826,0 \text{ cm}^{-1}$   $1831,0 \text{ cm}^{-1}$ . Avec ces deux grandeurs caractéristiques et les paramètres des radicaux de Hammett, la meilleure corrélation est trouvée en utilisant  $\sigma_R^+$ . Le déplacement de la densité électronique du radical sur le groupe azoté a lieu. Ainsi, les groupes méthoxy, phénoxy et aryloxy carbonyles polarisent le système du groupe pyridinium et créent les conditions pour la manifestation des effets de conjugaison polaire directe.

**MOTS-CLEFS:** Sels, paramètres de Hammett, spectroscopie, intensités intégrales, corrélation.

## 1 INTRODUCTION

Les premières publications sur la synthèse des sels N-alkoxycarbonylpyridiniums remontent à la fin des années 1970. À cette période, Wakselman et ses collaborateurs, à l'issue de la réaction de la 4-diméthylaminopyridine avec le chlorure de tertiairebutylcarbonyl, dans l'éther absolu à 0°C, réussirent à avoir le chlorure du 1-terbutylcarbonyl-4-diméthylaminopyridinium. Par suite, d'autres travaux sur ces sels ont été réalisés [1,2]. Les sels de pyridinium sont des structures bien connues et on les retrouve dans de nombreux produits naturels et produits pharmaceutiques bioactifs. Ils sont utilisés comme des antimicrobiens, anti-cancéreux, antipaludéens et anti-cholinestérases [3]. Une série de sels N-alkylcarbonylpyridiniums a été synthétisée et les intensités intégrales comme les pics caractéristiques et analytiques des vibrations dans l'Infra Rouge des sels étudiés sont déterminés. Les moments dipolaires ainsi que les enthalpies de formation des sels furent trouvés. Une relation de l'influence des effets structuraux sur les caractéristiques thermodynamiques est trouvée [4].

Ainsi, l'intérêt remarquable des N-alkylcarbonylpyridiniums se manifesta et la chimie des N-oxydes hétérocycliques (pyridine et N-oxydes) a connu un important développement au cours des dernières années [5,6]. Une contribution à la recherche de la relation structure-réactivité consiste à l'étude de leurs structures. C'est pour cela que le problème visé par notre étude, est la recherche de nouvelles données sur la structure et les propriétés physico chimiques de ces sels en utilisant les sels N-alkylcarbonylpyridiniums.

L'objectif général de la présente étude est la caractérisation des effets de conjugaison polaire directe sur le groupe azoté en utilisant les outils de la chimie organique que sont les paramètres des radicaux de Hammett. La conjugaison est la stabilité associée aux molécules contenant des liaisons simples et doubles en alternance due au recouvrement d'orbitales p et à la délocalisation électronique. Le caractère polaire ou non d'une molécule dépend de l'électronégativité des atomes qui la composent et ceci influence ses propriétés physiques ou chimiques et donc sa structure.

## 2 MATERIEL ET METHODES

### 2.1 EQUATIONS DE HAMMETT

Une des grandeurs physicochimiques les plus sensibles aux effets de substituants sont les déplacements chimiques en RMN. Les équations de Hammett les reproduisent généralement très bien [7]. Le changement d'une propriété comme la constante de vitesse ou d'équilibre par un substituant, par rapport au composé non substitué peut définir l'effet du substituant « R ». Hammett, dans les années 1930, a proposé une équation pour traiter quantitativement les effets des substituants. Elle est de la forme:

Equation de Hammett:

$$\log \frac{k}{k_0} = \rho \sigma$$

La constante  $\sigma$  décrit l'influence du substituant R et la sensibilité de la réaction aux effets de substituants est décrit par le paramètre  $\rho$ . Cette équation s'applique aussi à de nombreuses grandeurs physicochimiques comme les fréquences infra-rouge et les déplacements chimiques RMN. Le champ très vaste de validité de l'équation en a fait une des équations fondamentales de la chimie organique physique.

Pour décrire les différences de propriété comme les déplacements chimiques RMN par exemple ou les constantes d'équilibre à la fois pour la position méta ou para les constantes  $\sigma_m$  et  $\sigma_p$  ont été introduites. D'autres auteurs comme Brown et Okamoto ont introduit les coefficients  $\sigma^+$ , notées de manière générique A et B:  $(\sigma_A^+ - \sigma) = r (\sigma_B^+ - \sigma)$ . Ils en déduisent une amélioration empirique de l'équation de Hammett de la forme:

$$\log (k/k_0) = \rho (\sigma^0 + r (\sigma^+ - \sigma))$$

Avec  $\Delta\sigma_R^+ = (\sigma^+ - \sigma)$

D'autres constantes  $\sigma_m^+$ ,  $\sigma_m^-$ ,  $\sigma_p^+$ , et  $\sigma_p^-$  ont été ajoutées pour tenir compte des groupements électroattracteurs. De nombreuses échelles ont été proposées, notamment par Brown, Deno ou Pearson, car un unique jeu de valeurs  $\sigma^+$  ne permet pas de décrire l'ensemble des réactions impliquant un état de transition avec un centre réactionnel chargé. Chacune des échelles correspondantes aux différentes constantes a priori a un champ de validité bien défini (pour un substrat et une réaction donnée).

La dépendance des intensités intégrales par rapport aux constantes de Hammett dans une série de composés monosubstitués du benzène, de la pyridine et des composés N-substitués de la pyridine peut être exprimée par les équations suivantes:

$$B_8 = 17600 (\sigma_R^o)^2 + 100 \text{ avec } \sigma_R^o = \sigma^o - \sigma_i \quad (1)$$

$\sigma_i$  renseigne sur l'induction alors que  $\sigma_R$  est une constante qui tient compte de la résonance.

Les constantes apparentées  $\sigma^+$  et  $\sigma^-$  servent à exprimer le fait que l'importance de la participation à la résonance peut varier suivant les réactions. Les valeurs de  $\sigma^+$  sont utilisées pour les réactions dans lesquelles il y a une interaction de résonance directe entre un substituant donneur d'électron et un centre réactionnel cationique.  $\sigma^-$  se rapporte à des réactions où il y a une interaction de résonance directe entre le substituant et un site réactionnel riche en électrons.

## 2.2 LES SPECTRES IR

Un spectromètre Perkin Elmer 180 FIR avec un étalonnage à la base des données des composés étalons (CO<sub>2</sub> gazeux, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O) a été utilisé. Les erreurs absolues sur les mesures de fréquence sont inférieures à  $\pm 0,5 \text{ cm}^{-1}$ , et sur les intensités intégrales, elles sont de  $\pm 5-10\%$ . Les cuvettes avec des fenêtres en KBr et en polyéthylène utilisées ont des épaisseurs comprises entre 0,1-5,0 mm.

## 2.3 LES SPECTRES RMN

Ils furent enregistrés à l'aide des spectromètres Tesla BS-467 avec une fréquence de mesure de 60 MHz et Gemini-200 (VARIAN) avec 200 MHz comme fréquence. Un standard interne approprié fut utilisé. L'erreur sur les mesures des déplacements chimiques est de  $\pm 0,005 \text{ ppm}$  [8].

## 2.4 SYNTHÈSE DU TETRAPHENYLBORATE N-MÉTHOXYCARBONYL-4-DIMÉTHYLAMINOPYRIDINIUM.

Dans une solution  $10^{-3} \text{ M}$  de méthylchloroformiate (10 ml de CH<sub>3</sub>CN), on ajoute successivement  $10^{-3} \text{ M}$  du 4-diméthylaminopyridine (10 ml de CH<sub>3</sub>CN), et  $10^{-3} \text{ M}$  de tétraphénylborate de sodium dans 10 ml d'acétonitrile. Il se forme un précipité blanc cristallin.

Par traitement du filtrat par de l'éther sec, un précipité blanc est recueilli après filtration. Ce précipité suivit un second lavage par de l'éther sec: le rendement est de 90%. La composition centésimale des éléments se trouve dans le tableau 1. On trouve une bonne correspondance entre les résultats théoriques et les résultats expérimentaux.

Tableau 1. Composition centésimale du tétraphénylborate-N-méthoxycarbonyl-4-diméthylaminopyridinium

Élément	Résultats théoriques	Résultats expérimentaux
Carbone	79,14	79, 20
Hydrogène	6,63	6,65
Chlore	12,71	12,60
Azote	5,63	5, 60
Bore	2,17	2,16

Tous les autres réactifs ont été synthétisés et purifiés selon les méthodes décrites dans les travaux publiés dans la littérature [8]

## 3 RESULTATS

Les équations de corrélations entre  $\nu_{C=O}$  et  $\sigma^+$  pour les cations des sels sont regroupées dans le tableau suivant.

**Tableau 2. Equations et coefficient de corrélation de  $\nu_{c=O} = f(\sigma^+)$** 

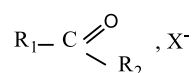
Cation du composé (sel)	Equation	R
N-méthoxycarbonyloxyypyridiniums	$\nu_{c=O} = 1831,3 + 6,10 \sigma^+$	0,994
N-benzyloxyloxyypyridiniums	$\nu_{c=O} = 1826,4 + 7,36 \sigma^+$	0,994
N-phényloxyloxyypyridiniums	$\nu_{c=O} = 1833,3 + 5,610 \sigma^+$	0,982

Entre ( $B_8$ ) et  $\sigma_R^+$  il existe une relation de corrélation linéaire dont les caractéristiques sont regroupées dans le tableau 3.

**Tableau 3. Equations et coefficients de corrélation de  $(B_8)^{1/2} = f(\sigma_R^+)$** 

Cation du composé (sel)	Equation	R
N-méthoxycarbonyloxyypyridiniums	$(B_8)^{1/2} = 38,60 - 81,97 \sigma_R^+$	0,996
N-benzyloxyloxyypyridiniums	$(B_8)^{1/2} = 32,21 - 70,46 \sigma_R^+$	0,999
N-phényloxyloxyypyridiniums	$(B_8)^{1/2} = 35,00 - 75,65 \sigma_R^+$	0,999

Les caractéristiques spectrales du groupe carbonyle de certains sels N-alkoxyloxyloxyypyridinium. (En solution dans du  $CH_3CN$ ; T = 298 K) sont regroupées dans le tableau 4.

**Tableau 4. Caractéristiques spectroscopiques du groupe carbonyle de certains sels N-alkoxyloxyloxyypyridinium. (En solution dans du  $CH_3CN$ ; T = 298 K)**


N°	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	X	$\nu_{c=O}$ ( $cm^{-1}$ )	$B_{c=O} \cdot 10^{-3}$ ( $l \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-2}$ )
1.	CH <sub>3</sub> O-		Cl	1797.0	17.5
2.	CH <sub>3</sub> O-		ClO <sub>4</sub>	1791.0	16.4
3.	CH <sub>3</sub> O-		B (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>4</sub>	1793.0	17.8
4.	CH <sub>3</sub> O-		C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> SO <sub>3</sub>	1791.0	18.2
5.	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -CH <sub>2</sub> O-		ClO <sub>4</sub>	1789.0	12.9
6.	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O-		ClO <sub>4</sub>	1799.5	16.7
7.	CH <sub>3</sub> O-		Cl	1820.5	16.5
8.	CH <sub>3</sub> O-		ClO <sub>4</sub>	1821.0	16.6
9.	CH <sub>3</sub> O-		B (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>4</sub>	1821.0	15.3
10.	CH <sub>3</sub> O-		C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> SO <sub>3</sub>	1821.0	17.5
11.	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -CH <sub>2</sub> O-		ClO <sub>4</sub>	1813.5	14.1
12.	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O-		Cl	1826.5	
13.	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O-		ClO <sub>4</sub>	1824.0	
14.	CH <sub>3</sub> O-		ClO <sub>4</sub>	1826.0	20.1
15.	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -CH <sub>2</sub> O-		ClO <sub>4</sub>	1821.5	13.6
16.	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O-		ClO <sub>4</sub>	1821.5	15.4
17.	CH <sub>3</sub> O-		ClO <sub>4</sub>	1830.0	18.4
18.	CH <sub>3</sub> O-		Cl	1830.0	
19.	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -CH <sub>2</sub> O-		ClO <sub>4</sub>	1824.0	12.4
20.	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O-		ClO <sub>4</sub>	1832.5	13.4
21.	CH <sub>3</sub> O-		ClO <sub>4</sub>	1831.0	15.6
22.	CH <sub>3</sub> O-		Cl	1831.0	
23.	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -CH <sub>2</sub> O-		ClO <sub>4</sub>	1826.0	14.6
24.	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O-		ClO <sub>4</sub>	1833.0	

#### 4 DISCUSSION

Pour décomposer les effets des substituants, l'étude ne s'est pas limitée aux composantes de résonance et de champ. Les paramètres  $\sigma_m$  et  $\sigma_p$  de Hammett ne réussissent pas toujours à corrélérer certaines familles de réactions. Les interactions résultent souvent d'une combinaison des effets de résonance et de champ. Les données de nombreuses séries de réaction ont montré qu'il n'y a pas de  $\sigma_R$  unique applicable à toutes les réactions.  $\sigma_R^0$  est un paramètre utilisé aux cas de perturbations minimales du cycle aromatique par apparition de charges sur le site réactionnel. La valeur de  $\sigma_R^0$  pour le groupe  $\text{CH}_3\text{OC}(\text{O})-\text{N}\leq$  calculée à l'aide de l'équation (1) est de 0,23. Cela signifie que le groupe méthoxycarbonyloxy azoté, contrairement au groupe N-oxyde ( $\sigma_R^0 = -0,21$ ), est un groupe accepteur d'électrons  $\pi$  très fort [10]. Ces données permettent de faire de conclusions similaires par rapport aux groupes  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{-OCO-N}\leq$  et  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OCO-N}\leq$ . Ainsi les groupes alcoxy et aryloxy-carbonyles polarisent le système du groupe hétérocyclique et créent les conditions pour la manifestation des effets de conjugaison polaire directe. La corrélation linéaire entre les valeurs  $\nu_{\text{C=O}}$  et  $\sigma^+$  milite en faveur de cette affirmation. La densité électronique du radical est déplacée sur le groupe azoté. Cela est appuyé par le fait que la meilleure corrélation (Tableau 3) entre  $B_8$  et les constantes  $\sigma$  est trouvée avec l'utilisation de la relation  $\sigma_R^+ = \sigma^+ - \sigma_1^0$  [9].

Les caractéristiques spectrales du groupe carbonyle de certains sels N-alkoxycarbonylpyridinium sont regroupées dans le tableau 4. La solvataion des cations métalliques par la pyridine a beaucoup plus d'effets sur les fréquences de vibration squelettique de son noyau [10]. Les pics de vibrations correspondants de la pyridine se déplacent vers les zones de grandes fréquences, effet que l'on lie à la géométrie des complexes formés en solution. Dans ces complexes le cation est situé dans le plan du noyau de la pyridine à côté de l'atome d'azote, ce qui affaiblit la conjugaison de la paire d'électrons non liants avec le système  $\pi$  de l'hétérocycle. Les radicaux donneurs dans les cations des sels N-alkyl- et N-aryl- oxycarbonyloxy-pyridiniums permettent un regroupement interne d'électrons sur le groupe acyle, ce qui stabilise les structures BCE de la figure 1.

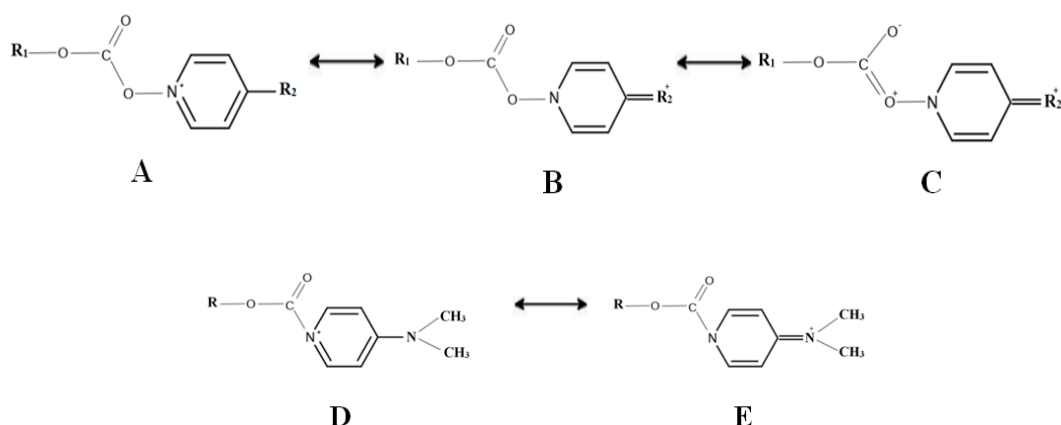


Fig. 1. Les différentes formes mésomères

#### 5 CONCLUSION

La stabilité associée à une série de sels N-méthoxycarbonyl- (oxy) -pyridiniums a été étudiée grâce aux paramètres des radicaux de Hammett. Les effets de conjugaison polaire directe sur le groupe azoté dans ces sels ont été analysés. Les caractéristiques spectrales du groupe carbonyle  $\nu_{\text{C=O}}$  et les intensités intégrales des cations ont été déterminés. L'étude a montré qu'il existe une corrélation linéaire entre ( $B_8$ ) et  $\sigma_R^+$  et entre  $\nu_{\text{C=O}}$  et  $\sigma^+$ . Les équations et les coefficients de corrélation correspondants aux cations N- méthoxycarbonyloxy-pyridiniums, N- benzyloxy-carbonyloxy-pyridiniums et N- phényloxy-carbonyloxy-pyridiniums ont été déterminés.

En utilisation la relation  $\sigma_R^+ = \sigma^+ - \sigma_1^0$  la meilleure corrélation entre les intensités intégrales et les constantes  $\sigma$  est trouvée. Cela signifie que la densité électronique du radical est déplacée sur le groupe azoté. Ainsi, les groupes alcoxy et aryloxy-carbonyles polarisent le système du groupe hétérocyclique et créent les conditions pour la manifestation des effets de conjugaison polaire directe.

## CONFLIT D'INTERET

Les Auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt

## REFERENCES

- [1] Fahs S, Rowther FB, Dennison SR, Patil-Sen Y, Warr T, Snape TJ 2014. Development of a novel, multifunctional, membrane-interactive pyridinium salt with potent anticancer activity. *Bioorg Med Chem Lett.* 1; 24 (15): 3430-3. DOI: 10.1016/j.bmcl.2014.05.087.
- [2] Tae Soo Jo 2004. Synthesis and characterizations of pyridinium salts including poly (pyridinium salts) and their applications. Master of chemical engineering Yonsei University.
- [3] Subbiah Sowmiah, José M. S. S. Esperança, Luís P. N. Rebelo, Carlos A. M. Afonso 2018. Pyridinium salts: from synthesis to reactivity and applications. *Journal Organic Chemistry Frontiers.* 2018, 5, 453-493.
- [4] AGBODAN Kokou Agbékonyi, SIMALOU Oudjaniyobi, TCHANI Gneiny Whad, JONDO Koffi 2020. Etude de l'influence de la basicité sur l'enthalpie de réaction des sels N-méthoxycarbonyl- (oxy) -pyridiniums. *International Journal of Biological and Chemical Sciences "in press"*.
- [5] Ali Sanda Bawa, Mabinty Bayo-Bangoura, Bertrand Ouemega, Karifa Bay 2018. Préparation et études vibrationnelle et électronique de complexes de la phtalocyanine d'or avec des ligands axiaux pyridine et pyridines substituées. *International Journal of Biological and Chemical Sciences Vol 12 No 3 (2018)* DOI: 10.4314/ijbcs.v12i3.35.
- [6] Shadrikova Vera Andreevna 2016. Synthèse et propriétés des sels de pyridinium quaternaire et 1,2,3,6 tetrahydropyridines de la gamme adamantane. Thèse de l'université de Samara de la Fédération de Russie 170pp.
- [7] Andrew Parsons 2015. Les concepts clé de la chimie organique: Traduction de la deuxième édition anglaise par Paul Depoveme. Editions De Boeck Supérieur, 290 pages. p 243.
- [8] Agbodan KA. 1994. Caractéristiques physico-chimiques et structures des sels N-méthoxycarbonyl- (oxy) -pyridinium. Thèse de doctorat de l'Université de Donetsk, Ukraine, 100p.
- [9] Élise Dumont 2006. Utilisation de charges nucléaires fictives pour l'étude des effets électroniques de substituants: la méthode H\*, Application pour l'étude des effets inductifs purs et pour la comparaison des effets inductifs et mésomères sur des grandeurs spectroscopiques ou de réactivité. Thèse de l'École doctorale de Chimie physique et analytique Paris Centre.
- [10] Hon Man Yau, Ronald S. Haines, and Jason B. Harper. A Robust, "One-Pot" Method for Acquiring Kinetic Data for Hammett Plots Used To Demonstrate Transmission of Substituent Effects in Reactions of Aromatic Ethyl Esters. *Journal of Chemical Education* 2015, 92 (3), 538-542. DOI: 10.1021/ed400701m.

## Réflexion pédagogique et didactique sur l'enseignement/apprentissage d'un cours d'introduction aux bases de données

### [ Pedagogical and didactic reflexion on the teaching/learning of an introductory database course ]

*Lynda Farza*

Académie Militaire, Tunisia

---

Copyright © 2020 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 introductory database course is given to students of the different disciplines of our institution. This course focuses on the design and implementation of relational databases. The purpose of our paper is to present a pedagogical and didactic reflexion on this course. We will try to answer the following questions: Which knowledge objects should be transposed? What are the expected learning outcomes? What pedagogical and didactic tools to use to promote teaching/learning? What teaching approach should be adopted to achieve the learning objectives?

**KEYWORDS:** Didactics of Computer Science, Didactic transposition, Learning objectives, Didactic tool, Databases.

**RESUME:** Le cours d'introduction aux bases de données est dispensé aux étudiants des différentes filières de notre institution. Ce cours à la fois théorique et pratique, se rapporte à la conception, la mise en œuvre et l'utilisation des bases de données relationnelles. L'objectif de notre article, est de présenter une réflexion pédagogique et didactique sur ce cours. Pour cela nous essayerons de répondre aux questions suivantes: Quels objets de savoir doivent être transposés ? Quelles sont les résultats attendus de l'apprentissage ? Quels outils pédagogiques et didactiques utiliser pour favoriser l'enseignement/apprentissage ? Quelle démarche d'enseignement adopter pour atteindre les objectifs d'apprentissage ?

**MOTS-CLEFS:** Didactique de l'informatique, Transposition didactique, Objectifs d'apprentissage, Outil didactique, Bases de données.

## 1 INTRODUCTION

Dans notre société contemporaine, toutes les institutions individuelles ou collectives, privées ou publiques, sociales, économiques, culturelles, scientifiques, militaires, lucratives ou non lucratives, produisant des biens matériels ou immatériels, des services individuels ou collectifs..., gèrent des quantités de plus en plus importantes d'informations relatives à chacune d'elles, à ses activités, à son environnement, à ses plans et à ses stratégies. Une bonne compréhension et une bonne gestion de ces informations permettent aux dirigeants de telles institutions de prendre, en temps opportun et dans l'intérêt de leur activité, les décisions les plus adéquates, en réagissant promptement, voire efficacement, face à l'évolution normale et aux changements inattendus de la conjoncture, de caractère favorable ou défavorable.

Pour un grand nombre de systèmes d'information de telles institutions, les données sont stockées dans des bases de données. Ces dernières permettent de mettre ces données à la disposition des gestionnaires et des décideurs pour qu'ils puissent les consulter, les mettre à jour, les traiter le plus facilement et le plus rapidement possible [9], et ainsi de mieux cerner les situations et les problèmes et de prendre les mesures rapides et appropriées, en cas de besoin.

La base de données joue donc un rôle important, voire, vital, pour toutes les activités et dans tous les domaines. De nombreuses applications informatiques y font appel. D'où nécessité de former dans ce domaine, un public très varié et de plus en plus nombreux. L'enseignement des bases de données se développe, en conséquence, et s'étend des lycées aux grandes écoles, aux facultés et aux autres établissements d'enseignement supérieur et accompagne des formations de différentes sortes, de différents niveaux et à tout âge. Les enseignants doivent, ainsi, faire face aux besoins quantitatifs et qualitatifs croissants en de telles compétences, et pour cela, il devient de plus en plus nécessaire d'explorer des façons d'améliorer la compréhension des apprenants en vue de pouvoir leur donner une bonne et solide formation [9].

Cette discipline cherche à se constituer et à préciser son contenu d'une part et à forger ses méthodes pédagogiques et didactiques d'autre part, fait l'objet de nombreux travaux traitant des contenus à enseigner et/ou des méthodologies à utiliser dans ce but.

Ainsi, plusieurs auteurs ont cherché à dégager les difficultés rencontrées lors de l'enseignement du cours d'introduction aux bases de données et à proposer les moyens d'y remédier. Certains d'entre eux se sont intéressés à l'examen du contenu afin d'en voir quels sont les thèmes qui doivent faire l'objet de cet enseignement ([14], [21], [23], [25], [26]). D'autres ont cherché à déterminer les méthodes et approches appropriés à cet enseignement ([1], [16], [29], [30]). Il y a, aussi, ceux parmi eux qui ont développé de nouveaux outils didactiques d'apprentissage traitant certains thèmes et aspects de cet enseignement ([7], [11], [19], [20], [27]).

Dans cet article, nous proposons une réflexion sur cet enseignement en nous basant sur notre expérience personnelle. Les notions et théories liées au domaine des bases de données relationnelles, constitueront le support de cette réflexion pédagogique. Il n'est pas question dans cet article de détailler l'ensemble des notions à enseigner mais de s'y référer pour illustrer nos prises de position sur le plan pédagogique.

Dans ce qui suit, nous présentons d'abord les éléments contextuels et théoriques à l'origine de nos questionnements. Ensuite, nous détaillons les principaux thèmes de l'enseignement, les résultats d'apprentissage attendus, ainsi que, les objectifs d'apprentissage du cours en les classant selon les niveaux d'apprentissage de la taxonomie de [2]. Enfin, nous exposons les outils pédagogiques et didactiques utilisés et la démarche d'enseignement choisie.

## 2 CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE

Les étudiants des différentes filières (télécommunication, électromécanique, génie informatique, génie civil, ...) de l'institution où nous exerçons, suivent, tous, un cours d'introduction aux bases de données. Celui-ci à la fois théorique et pratique, comporte trois parties: tout d'abord les concepts fondamentaux des bases de données relationnelles, ensuite leur modélisation et enfin leur implémentation (mise en pratique).

Nous avons constaté, dès les premiers temps de notre enseignement du module d'introduction aux bases de données et notamment à l'occasion d'une étude préliminaire, que nous avons effectués au cours des années allant de 2012 à 2014, afin de détecter et d'identifier les difficultés que peuvent rencontrer les étudiants et les erreurs qu'ils peuvent commettre lors du processus d'enseignement/apprentissage, que certains étudiants éprouvaient des difficultés, en particulier, lors de la modélisation d'une base de données ou lors de l'expression de requêtes d'interrogation de données en langage SQL. Nous avons également recensé certains problèmes lors du processus d'enseignement/apprentissage et donc lors du transfert de connaissances. Certains de ces problèmes ont été déjà mentionnés par des chercheurs comme Zheng et al [32]., Wang et al [30]., Rashid et al [22]. Ils sont dus principalement au choix des méthodes d'enseignement ou de l'emploi du matériel pédagogique ou didactique

En ce qui nous concerne, nous avons également constaté, que les étudiants ont souvent des difficultés à comprendre et à apprendre quelques notions. Cela semble être due non seulement aux démarches d'enseignement reposant sur un dogmatisme se traduisant par une succession d'énonciations souvent sans discussion, ni approfondissement, mais du fait que les étudiants sont plutôt attirés par la partie pratique, c'est à dire l'implantation de la base de données et sa manipulation alors que l'enseignant prend en considération les deux niveaux aussi bien celui de la modélisation de la base de données que celui de l'implantation de cette dernière.

Les difficultés de cet enseignement-apprentissage peuvent être dues, aussi, au volume important de connaissances à traiter en peu de temps. En effet, le temps réservé à l'enseignement est généralement limité et parfois insuffisant. C'est, donc un problème de vitesse de transmission de connaissances et aussi de leur acquisition. Cette dernière n'étant pas la même pour tous les apprenants, dépend du degré de motivation des étudiants, également des types de formations, des niveaux d'aptitude et des vitesses de réaction.

En outre, la séparation tranchée entre cours, travaux dirigés (TD) et travaux pratiques (TP) ne convient pas toujours aux étudiants; Ces derniers, en apprenant en premier lieu la théorie, ne peuvent pas saisir d'emblée, son intérêt au niveau pratique et surtout: quand et comment l'utiliser.

Les supports de cours sur papier, ne sont pas toujours appréciés par les étudiants de la nouvelle génération qui se sont habitués au numérique.

A cela s'ajoute d'autres problèmes. L'ordre selon lequel se fait l'introduction de nouveaux concepts et les outils (logiciels) utilisés ne facilitent pas nécessairement la compréhension et l'assimilation des concepts étudiés.

Ce sont donc, les difficultés et les problèmes, rencontrés par les étudiants lors de ce cours d'introduction aux bases de données, qui nous ont conduits à procéder à cette réflexion pédagogique et didactique sur l'enseignement/apprentissage de ce cours.

Nous voulons, ainsi, répondre à trois questions, que peut se poser tout enseignant au début de son enseignement: Quels objets de savoir doivent être transposés ? Quelles sont les résultats à attendre de l'apprentissage ? Quels outils pédagogiques et didactiques utilisés et quelle démarche d'enseignement adopté pour atteindre les objectifs d'apprentissage ?

### 3 CADRE THÉORIQUE

#### 3.1 PÉDAGOGIE ET DIDACTIQUE

La pédagogie, selon Masson [17], concerne les moyens mis en œuvre pour rendre aussi meilleure que possible, l'appropriation par les apprenants des messages et recommandations au niveau de l'ensemble des disciplines enseignées. Elle concerne donc l'acte d'enseignement lui-même, en dehors de toute référence disciplinaire. La pédagogie s'occupant des aspects pratiques de l'acquisition des connaissances, se définira, donc, par un ensemble de méthodes utilisées par l'enseignant.

Les questions quotidiennes auxquelles l'enseignant se trouve confronté dans ses cours relèvent d'abord de la pédagogie, c'est-à-dire de comment conduire l'apprenant, au savoir [8]. La didactique se rapporte, par contre, au savoir à enseigner, c'est-à-dire à la compétence de l'enseignant. Elle est cependant en rapport avec la pédagogie qui se rapporte plutôt à son savoir faire et s'occupe de la relation entre l'enseignant et les apprenants et du comment l'enseignant s'y prend sur le terrain pour permettre aux apprenants d'acquérir des connaissances [8].

Selon Chaduc [3], la pédagogie s'intéresse à la manière de transmettre des connaissances et des compétences, et aux relations en classe qui peuvent favoriser l'apprentissage. Alors que la didactique s'attache à une discipline particulière et à son enseignement et cherche à faciliter l'appropriation des connaissances et des compétences. On parle par exemple de didactique des mathématiques, de didactique de l'informatique.

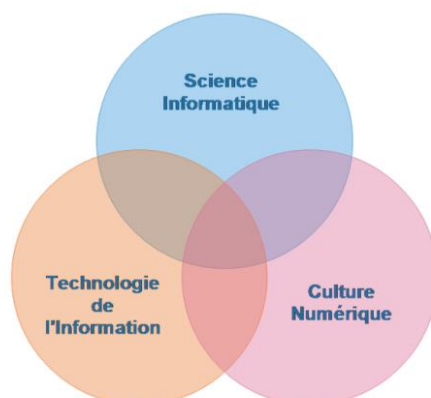
La pédagogie et la didactique apparaissent ainsi, étroitement liées et complémentaires. L'enseignant en tant que didacticien se concentrera sur sa discipline, s'interrogera sur les concepts à intégrer pour un niveau de formation requis, veillera à leur cohérence et déterminera leur progression. En tant que pédagogue, il cherchera à répondre aux questions posées par les difficultés d'apprentissage observées sur le terrain. L'enseignant est à la fois pédagogue et didacticien. C'est un praticien dont la source est l'action et l'expérimentation (Site académique de l'Université Nice Sophia antipolis).

#### 3.2 DIDACTIQUE DE L'INFORMATIQUE

Le cours d'introduction aux bases de données fait partie du savoir informatique. Furber [12] propose pour ce savoir, un classement en trois catégories (figure 1):

- Catégorie 1: la science informatique (Computer science). C'est une discipline académique rigoureuse couvrant des principes tels que les algorithmes, les structures de données, la programmation, les bases de données, l'architecture des systèmes, etc.
- Catégorie 2: la technologie de l'information (Information technology). Elle consiste en l'utilisation de logiciels préexistants pour répondre aux besoins des utilisateurs à des fins spécifiques dans l'industrie, le commerce, les arts et dans d'autres domaines.
- Catégorie 3: la culture numérique (digital literacy). C'est la capacité à: utiliser un ordinateur en toute sécurité et efficacement, utiliser des logiciels de bureautique tels que des logiciels de traitement de texte, des logiciels de courrier électronique, utiliser un éditeur d'images, de l'audio et de la vidéo, utiliser un navigateur Web et des moteurs de recherche.

Ce savoir informatique, ainsi détaillé, constitue un ensemble de compétences interdépendantes et complémentaires utilisées dans divers domaines: professionnels, de loisirs, d'enseignement...



**Fig. 1.** *Différentes formes du savoir informatique*

L'informatique est, à la fois un objet d'enseignement, relevant d'un domaine spécifique avec ses concepts propres, et aussi un outil contribuant à résoudre les problèmes dans divers autres domaines. Son enseignement possède donc un contenu particulier de connaissances avec ses propres problèmes et un contenu relatif à son rôle d'outil technologique au service d'autres domaines. L'informatique objet de connaissances et de pratiques technologiques pose, donc, un double problème celui de l'acquisition des concepts et méthodes spécifiques et celui de l'apprentissage des techniques d'exploitation et d'utilisation du matériel informatique, ce qui nous amène à nous intéresser aux moyens, méthodes et techniques dont l'enseignant a besoin pour transmettre son savoir et son savoir faire et aider ses apprenants à acquérir ces nouvelles connaissances et techniques. Pour cela, il doit élaborer des situations didactiques les mieux adaptées à ce but. Les stratégies à employer se rapportent, à la fois à la pédagogie et à la didactique. L'informatique se démarque, donc, des autres domaines à travers l'emploi de ses techniques spécifiques, à son propre enseignement. Et comme mentionné par Hartmann et al [13]., dans le domaine de l'informatique, il est essentiel d'avoir une connaissance à la fois des concepts et des logiciels spécifiques à la matière enseignée.

L'enseignement et l'apprentissage en informatique intéressant des communautés diverses nécessitent des approches particulières à chacune d'elles. On pourra ainsi, prévoir pour les besoins de cet enseignement différents niveaux et procédés didactiques différenciant informatique éducative, informatique-culture, informatique-outil de travail et informatique-technologies. A chacune son niveau de connaissances, son degré de difficultés et son approche pédagogique, dépendant du savoir à transmettre et de ses destinataires. La diversité d'approches se pose en effet, en fonction des objectifs de formation et aussi en fonction du niveau et profil des apprenants (profil de formation, type d'intelligence, contexte,...). D'où nécessité d'approches différentes.

Qu'en sera-t-il lorsque nous nous intéressons, plus particulièrement, à l'enseignement d'une de ses branches, celle des bases de données, objet de notre étude.

#### **4 TRANSPOSITION DIDACTIQUE**

Un plan d'études ou programme définit ce qui doit être enseigné et les objectifs de cet enseignement; c'est à dire la manière dont l'enseignement et l'apprentissage doivent être organisés et gérés pour faciliter l'obtention des résultats escomptés.

Il est tout d'abord nécessaire de traduire le plan d'études ou programme dans une forme plus opérationnelle, plus précise en termes de contenus et d'effectuer certains choix pédagogiques pour sélectionner et organiser les objets d'apprentissage [24]. C'est l'objectif de la transposition didactique qui est défini par Chevallard [4] comme étant le procédé par lequel un contenu scientifique (savoir savant) est transformé en contenu pouvant être enseigné (savoir enseigné).

Pour Chevallard [4], le savoir savant, déjà consolidée par la science, doit subir une transformation pour générer le savoir à enseigner qui, à son tour, subira un processus didactique pour se transformer en savoir enseigné, présenté en classe. Deux étapes principales de transposition sont donc envisagées, une étape de transposition didactique externe, du savoir savant au savoir à enseigner, qui a lieu en dehors de la classe. Le savoir à enseigner se manifeste dans les manuels et le matériel

pédagogique. Une étape de transposition didactique interne, du savoir à enseigner au savoir enseigné, qui a lieu, avec la participation de l'enseignant, dans la classe. Le savoir enseigné est transmis dans le cadre d'un cours dans le contexte particulier d'une classe, par un enseignant particulier, à un groupe particulier d'étudiants. En fin de processus, les savoirs appris sont ceux qui sont réellement appris par les étudiants (figure 2).

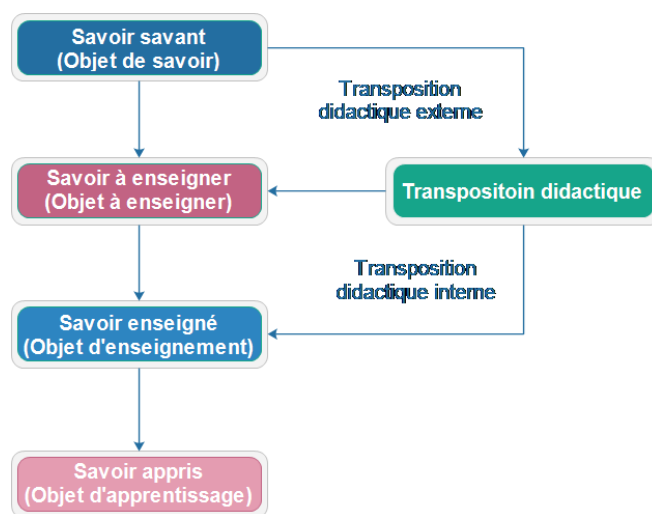


Fig. 2. Adaptation du schéma de la transposition didactique de Chevallard [4]

Effectuer une transposition didactique revient à réaliser un certain nombre de choix: choix des objectifs pédagogiques, choix des contenus, identification des pré-requis, choix des approches pédagogiques, choix technologiques, etc. Cela demande également de prendre en compte des facteurs externes tels que le volume horaire et le public-cible [24].

L'ensemble des objets de connaissances qui nous intéressent ont une relation directe avec les concepts fondamentaux des bases de données relationnelles. Il s'agit de transformer un savoir savant en un savoir à enseigner.

Le contenu d'apprentissage est divisé, en parties appelées thèmes, comprenant chacune une brève description du contenu de l'enseignement et les objectifs éducatifs que les étudiants devraient atteindre, en se référant aux niveaux de la taxonomie de Bloom.

#### 4.1 PRINCIPAUX THÈMES D'ENSEIGNEMENT

Le cours de bases de données enseigné aussi bien aux étudiants en informatique qu'aux étudiants d'autres filières, comprend au moins un cours d'introduction aux bases de données.

Bien que le contenu de ce cours ait évolué, les concepts de base sont restés stables. En effet, une grande partie des enseignements se situe autour des bases de données relationnelles. L'enseignement de ce contenu, se rapporte à des compétences à la fois théoriques et pratiques. Il couvre les connaissances de base sur la conception, la mise en œuvre et l'utilisation des bases de données relationnelles.

L'enseignement du cours d'introduction aux bases de données prendra alors trois formes: L'enseignement théorique où les concepts fondamentaux des bases de données sont présentés, y compris les concepts de base du modèle Entité/Association, les concepts de base du modèle relationnel et les instructions du langage SQL.

L'enseignement pratique, quant à lui, repose sur l'utilisation d'un système de gestion de base de données spécifique tels que Microsoft Access, PostgreSQL, SQL Server et MySQL pour la création et la manipulation d'une base de données. Il a pour objectif principal d'améliorer la compréhension des concepts théoriques. Le choix du SGBD est généralement, fonction de facteurs tels que la préférence des enseignants, les aspects techniques du SGBD et la disponibilité des outils. Ce processus devient, d'ailleurs, de plus en plus complexe, en raison de l'augmentation du nombre de SGBD. Aujourd'hui, Microsoft Access, MySQL, SQLite et PostgreSQL sont les plus utilisés, dans un cours d'introduction aux bases de données.

Ensuite, en vue de permettre l'approfondissement des connaissances, leur assimilation et leur application pratique nous proposons à nos étudiants un mini-projet allant des exigences du problème à modéliser jusqu'à l'implantation de la base de données. Ce mini-projet permet l'amélioration de la compréhension des connaissances des étudiants, leur capacité de

résolution des problèmes. De la sorte, les étudiants étudient d'abord les concepts et la terminologie des bases de données puis les appliquent en participant à la conception, à la mise en œuvre et à l'utilisation d'une base de données.

#### 4.2 RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE ATTENDUS

L'objectif principal de cet enseignement est, donc, d'exposer et d'expliquer aux apprenants les différents thèmes des bases de données en mettant l'accent sur le modèle relationnel, le langage SQL (Structured Query Language) et la modélisation des données.

Les étudiants doivent avoir en fin de compte la capacité de concevoir et d'implémenter des bases de données pour divers domaines d'application et d'établir des requêtes SQL d'interrogation de données (résolution de problèmes).

Pour cela, les étudiants doivent être en mesure de:

- Comprendre les principes et les concepts fondamentaux des bases de données relationnelles,
- Concevoir un schéma conceptuel à partir des exigences du problème à modéliser,
- Concevoir un schéma logique relationnel à partir du schéma conceptuel de manière à satisfaire aux règles de normalisation,
- Créer une base de données en utilisant un système de gestion de bases de données relationnelles telles que microsoft access, postgresql, mysql,
- Utiliser le langage sql pour récupérer des données à partir d'une base de données, mettre à jour les données existantes, créer et modifier des objets d'une base de données,
- Travailler en groupe pour concevoir et implémenter une base de données de complexité moyenne.

En termes de compétences, l'enseignement de ce module d'introduction aux bases de données ne vise pas cependant à atteindre des niveaux d'expertise. Ces niveaux peuvent être atteints plus tard, lors d'enseignements plus avancés.

### 5 OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Il est courant de définir un syllabus pour le contenu d'apprentissage. La structuration du programme aboutit à une taxonomie du domaine de l'enseignement. À partir de cette structure, nous pouvons déduire les pré-requis, identifier les éléments d'apprentissage et déterminer les résultats d'apprentissage.

Et comme le soulignent Cutts et al [5], les taxonomies d'apprentissage sont importantes notamment dans l'enseignement de l'informatique car elles fournissent à la communauté concernée un vocabulaire commun pour discuter de la compréhension et de l'apprentissage ainsi qu'un programme destiné à le soutenir.

La taxonomie de Bloom [2] originelle est la plus utilisée dans le domaine de l'éducation et dans la recherche en enseignement supérieur lors de la détermination des objectifs d'apprentissage notamment en informatique.

Six niveaux d'apprentissage sont recensés dans cette taxonomie. Chaque niveau est lié aux actions qui reflètent le type de pratiques pédagogiques pouvant être utilisé pour atteindre ces compétences [28]:

- Connaissance (se rappeler) où l'apprenant est capable de mémoriser, se souvenir et restituer l'information quand cela est nécessaire dans des termes voisins de ceux appris.
- Compréhension (comprendre) où l'apprenant est capable de saisir des significations, de traduire des connaissances dans un nouveau contexte, d'interpréter ou d'expliquer l'information en fonction de ce qu'il a appris.
- Application (appliquer) où l'apprenant est capable d'utiliser une connaissance, acquise préalablement, dans une nouvelle situation pour résoudre des problèmes.
- Analyse (analyser) où l'apprenant est capable d'analyser et raisonner dans une situation donnée.
- Synthèse (créer) où l'apprenant est capable de regrouper des connaissances issues de plusieurs domaines pour créer une production personnelle. La synthèse relève du stade de la créativité.
- Évaluation (évaluer) où l'apprenant est capable d'évaluer et de juger ou de prendre une décision basée sur des critères appropriés.

Il est généralement admissible qu'un cours puisse satisfaire aux objectifs sans pour cela atteindre tous les niveaux spécifiés par la taxonomie. Néanmoins, il est souhaitable qu'il aspire à atteindre le niveau le plus élevé et pour le plus grand nombre d'apprenants.

Au niveau le plus bas, nous nous attendons à ce que les étudiants se souviennent de la définition du processus de conception d'une base de données tandis qu'au niveau suivant, les étudiants seraient en mesure de distinguer un schéma conceptuel (Entité/Association) du schéma logique (schéma relationnel) et/ou du schéma physique. Un autre niveau consisterait à concevoir une base de données (élaborer un schéma conceptuel et un schéma logique d'une base de données à partir de certaines spécifications), à créer les tables de la base en utilisant le langage SQL, à insérer, mettre à jour, supprimer des données de la base de données et à créer des requêtes d'interrogation de données.

Le tableau suivant reprend une série d'exemples d'objectifs d'apprentissage spécifiques, classés selon la taxonomie de Bloom, à atteindre par des étudiants novices dans la matière, à la fin d'un cours d'introduction aux bases de données:

Tableau 1. Objectifs spécifiques de l'enseignement

Niveau de BLOOM	Objectifs
<b>Connaissance (Se rappeler les concepts)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Connaître</b> la terminologie des bases de données</li> <li>- <b>Connaître</b> les éléments de base du modèle Entité/Association et du modèle relationnel</li> <li>- <b>Connaître</b> les règles de traduction d'un schéma Entité /Association vers un schéma relationnel</li> <li>- <b>Connaître</b> les différents types d'opérations pouvant être effectuées sur les données d'une base de données relationnelle</li> </ul>
<b>Compréhension (Comprendre les concepts)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Connaître</b> les avantages d'une base de données</li> <li>- <b>Différencier</b> les concepts de base de données, système de gestion de base de données et modèle de données</li> <li>- <b>Comprendre</b> les différents niveaux de représentation d'une base de données</li> <li>- <b>Comprendre</b> l'importance de la modélisation conceptuelle et son rôle dans le cycle de vie du développement d'une application</li> <li>- <b>Comprendre</b> les règles de transformation d'un schéma Entité /Association vers un schéma relationnel</li> </ul>
<b>Application (Appliquer les concepts)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Créer</b> un schéma Entité/Association pour un cas spécifique</li> <li>- <b>Appliquer</b> les règles de transformation du schéma Entité/Association vers le schéma relationnel</li> <li>- <b>Implémenter</b> une base de données relationnelle en utilisant un SGBD particulier</li> <li>- <b>Implémenter</b> et <b>exécuter</b> des requêtes SQL simples</li> <li>- <b>Implémenter</b> des requêtes SQL plus complexes (de complexité moyenne)</li> </ul>
<b>Analyse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Analyser</b> un problème réel et identifier les besoins des utilisateurs finaux</li> </ul>
<b>Synthèse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Réaliser</b> un schéma conceptuel répondant aux besoins exprimés par les futurs utilisateurs de la base</li> <li>- <b>Créer</b> un schéma logique de la base de données en appliquant les règles de transformation étudiées</li> <li>- <b>Implémenter</b> la base de données en utilisant un SGBD particulier</li> <li>- <b>Elaborer</b> des requêtes SQL d'interrogation de données répondant aux besoins exprimés par les utilisateurs</li> </ul>
<b>Evaluation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Vérifier</b> qu'un schéma d'une base de données construit respecte toutes les exigences du problème à étudier</li> <li>- <b>Vérifier</b> que les solutions alternatives ont été étudiées dans la modélisation de données et que la solution la plus appropriée a été choisie</li> <li>- <b>Comparer</b> différentes requêtes SQL et choisir la plus efficace (la plus optimale)</li> </ul>

Notons que les trois niveaux les plus hauts de la taxonomie de Bloom, où l'étudiant devient capable d'analyser, de concevoir et d'implémenter une base de données relationnelle réelle répondant aux besoins des utilisateurs finaux, ne peuvent être atteints dans un cours d'introduction aux bases de données.

Les activités en classe sont donc, orientées vers la compréhension et l'application d'exemples de complexité moyenne. À mesure que les étudiants se familiarisent avec les concepts de base, ils accumulent des connaissances. Grâce à la résolution de problèmes, l'apprenant passe du niveau connaissance au niveau compréhension, et finalement au niveau application.

Le tableau suivant donne quelques exemples d'objectifs spécifiques d'apprentissage du modèle relationnel classés selon les niveaux de la taxonomie de Bloom:

Tableau 2. Exemples d'objectifs relatifs au Modèle relationnel

Niveau de BLOOM	Objectifs spécifiques
Niveau 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Reconnaître</b> les éléments de base du modèle</li> <li>- <b>Définir</b> les concepts de base du modèle relationnel tels que: relation, attribut, tuple, degré et cardinalité, domaine, valeur nulle d'un attribut (NULL), schéma d'une relation, clé candidate, clé primaire, clé étrangère, contrainte de domaine, contrainte d'entité, contrainte d'unicité de la clé, contrainte d'intégrité référentielle</li> </ul>
Niveau 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Expliquer</b> l'utilité du modèle relationnel</li> <li>- <b>Expliquer</b> les concepts de base du modèle relationnel</li> <li>- <b>Expliquer</b> les caractéristiques des relations</li> <li>- <b>Donner</b> le cas d'utilisation de la clé candidate</li> <li>- <b>Illustrer</b> avec un exemple approprié la différence entre la clé primaire, la clé étrangère et la clé candidate</li> <li>- <b>Distinguer</b> entre la clé primaire et la clé candidate</li> <li>- <b>Identifier</b> les clés primaires, candidates et étrangères dans une relation</li> <li>- <b>Identifier</b> les éventuelles erreurs d'insertion, de suppression et de mise à jour dans une relation</li> <li>- <b>Interpréter</b> des schémas relationnels existants</li> </ul>

Le tableau suivant donne quelques exemples d'objectifs spécifiques d'apprentissage du langage SQL classés selon les niveaux de la taxonomie de Bloom:

Tableau 3. Exemples d'objectifs relatifs au Langage SQL

Niveau de BLOOM	Objectifs spécifiques
Niveau 1	- <b>Définir</b> le langage SQL
Niveau 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Décrire</b> le langage SQL en utilisant ses principales caractéristiques</li> <li>- <b>Expliquer</b> les résultats d'une requête</li> <li>- <b>Illustrer</b> avec un exemple approprié les clauses de l'instruction SELECT</li> </ul>
Niveau 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Utiliser</b> un système de gestion de base de données pour implémenter une base de données</li> <li>- <b>Implémenter</b> des bases de données en utilisant le langage de définition de données</li> <li>- <b>Ecrire et exécuter</b> des instructions SQL de mise jour de données: INSERT, UPDATE et DELETE</li> <li>- <b>Écrire et exécuter</b> des requêtes d'interrogation en SQL reposant sur une seule table tout en filtrant les données récupérées, en utilisant les clauses SELECT, FROM, WHERE, ORDER BY et les prédicats: BETWEEN, IN, IS NULL, LIKE.</li> <li>- <b>Écrire et exécuter</b> des requêtes permettant de regrouper les données en utilisant les clauses GROUP BY et HAVING</li> <li>- <b>Implémenter</b> des requêtes d'interrogation SQL plus complexes reposant sur plusieurs tables en utilisant l'opérateur de jointure JOIN</li> </ul>

Le tableau suivant donne quelques exemples d'objectifs spécifiques d'apprentissage de la modélisation de données classés selon les niveaux de la taxonomie de Bloom:

Tableau 4. Exemples d'objectifs relatifs à la Modélisation des données

Niveau de BLOOM	Objectifs spécifiques
Niveau 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Reconnaître</b> les éléments de base du modèle Entité/Association (E/A)</li> <li>- <b>Définir</b> les concepts de base du modèle Entité/Association tels que: entité, association, propriété, identifiant, cardinalité</li> <li>- <b>Énumérer</b> quelques avantages de la modélisation conceptuelle des données</li> <li>- <b>Définir</b> les termes tels que: dépendances fonctionnelles, dépendances fonctionnelles élémentaires, dépendances fonctionnelles directes, graphe minimum de dépendances fonctionnelles</li> <li>- <b>Connaître</b> les règles de traduction d'un schéma E/A vers un schéma relationnel</li> </ul>
Niveau 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Expliquer</b> l'utilité du modèle E/A</li> <li>- <b>Distinguer</b> les entités des associations</li> <li>- <b>Identifier</b> les entités et les associations sur un schéma E/A</li> <li>- <b>Identifier et distinguer</b> les différents types d'associations sur un schéma E/A et les illustrer avec un exemple</li> <li>- <b>Interpréter</b> des schémas E/A existants</li> <li>- <b>Comprendre</b> l'importance de la modélisation conceptuelle et son rôle dans le cycle de vie du développement d'une application</li> <li>- <b>Comprendre</b> les mécanismes de transformation d'un schéma E/A à un schéma relationnel</li> <li>- <b>Interpréter</b> les règles de traduction du schéma E/A vers le schéma relationnel</li> <li>- <b>Expliquer</b> les avantages et les inconvénients de la normalisation</li> <li>- <b>Illustrer</b> avec un exemple la nécessité à la normalisation, la définition des dépendances fonctionnelles</li> <li>- <b>Expliquer et illustrer</b> les trois premières formes normales avec un exemple</li> </ul>
Niveau 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Utiliser</b> correctement les concepts du modèle E/A pour représenter les données d'un problème simple</li> <li>- <b>Concevoir</b> un schéma conceptuel d'une base de données (E/A) à partir des exigences données pour un cas spécifique</li> <li>- <b>Appliquer</b> correctement les règles de transformation du schéma E/A vers le schéma relationnel sur un exemple</li> <li>- <b>Traduire</b> un schéma conceptuel en un schéma relationnel normalisé</li> <li>- <b>Appliquer</b> les techniques de normalisation pour normaliser une base de données</li> <li>- <b>Appliquer</b> à travers un exemple, le passage vers chacune des formes normales</li> </ul>

## 6 ORGANISATION DU CONTENU DE L'ENSEIGNEMENT

L'approche habituelle de l'enseignement d'un cours d'introduction aux bases de données - tel que présenté dans un grand nombre de manuels et dans les programmes de plusieurs institutions universitaires - consiste à répartir les thèmes du module en fonction du cycle de développement (figure 3). Ainsi, les étudiants commencent par la modélisation conceptuelle en passant par la modélisation logique puis passent à la mise en œuvre de la base de données, via le langage SQL, en utilisant un système de gestion de bases de données relationnelles particulier. Dans le cadre de cette approche on présente d'abord les concepts de base du modèle Entité/Association, puis on initie les étudiants à la modélisation conceptuelle, étape pendant laquelle ces derniers apprennent à élaborer un schéma conceptuel (Entité/Association) d'une base de données. On leur présente ensuite les concepts de base du modèle relationnel. Puis on passe à la modélisation logique, étape durant laquelle les étudiants apprennent à transformer un schéma conceptuel (Entité/Association) en un schéma logique (Relationnel). Une fois passées ces étapes les étudiants sont initiés à l'implémentation et à l'utilisation des bases de données, étape pendant laquelle les étudiants apprennent à créer des tables, à saisir et mettre à jour des données et à créer des requêtes d'interrogation.

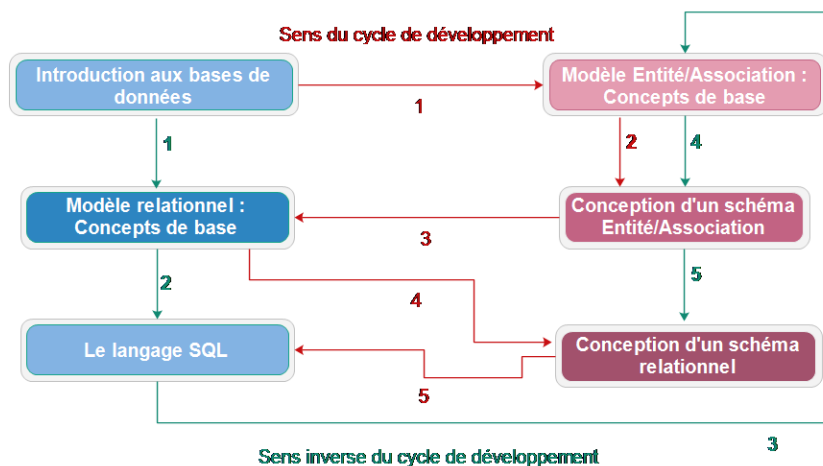


Fig. 3. Plan du cours

Certes, les enseignants de base de données ne sont pas obligés de suivre la répartition des thèmes telle que présentée dans les manuels et de respecter la progression et la démarche qu'ils adoptent. Alors on ne peut s'en éloigner beaucoup pour des raisons de commodité pour l'apprenant et d'harmonisation avec le cours en présentiel.

Ce qui ne nous a pas empêché dans notre cas, de vouloir trouver une réponse appropriée aux deux questions préalables en toute indépendance: Quand enseigner la modélisation des données ? Et par quoi commencer l'enseignement du langage SQL ?

### 6.1 QUAND ENSEIGNER LA MODELISATION DES DONNEES

Lors de l'approche qui consiste à suivre le cycle de développement, la modélisation des données est étudiée avant que les étudiants ne se familiarisent avec les opérations de mise en œuvre de la base de données. De plus le langage SQL avec toutes les instructions qu'il comporte, n'est présenté qu'à la fin du cours, ce qui ne laisse pas suffisamment de temps aux étudiants pour consolider leur apprentissage de la terminologie et assimiler les instructions du langage SQL. Cela conduit à une surcharge cognitive chez les étudiants novices dans la matière qui peut entraver leur apprentissage du langage SQL [18]. Or, comme le fait remarquer Date [6], les étudiants ne peuvent être prêts à concevoir correctement des bases de données ou à en apprécier pleinement les problèmes de conception, qu'une fois qu'ils aient atteint une compréhension satisfaisante de ce que sont les bases de données et comment elles sont utilisées.

Kroenke [15] remarque, quant à lui, que les étudiants d'aujourd'hui, trop pressés de commencer à apprendre à implémenter des bases de données, cherchent à voir rapidement un résultat et à obtenir un feedback de l'enseignant.

### 6.2 PAR QUOI COMMENCER L'ENSEIGNEMENT DU LANGAGE SQL ?

Deux manières d'aborder le langage SQL: commencer à partir des instructions du langage de définition de données (LDD) puis poursuivre avec les instructions du langage de manipulation de données (LMD) ou bien enseigner l'instruction d'interrogation de données puis traiter les autres instructions du LMD et ensuite celles du LDD. La deuxième manière semble plus appréciée par les étudiants car contrairement aux instructions du LDD, l'instruction d'interrogation de données renvoie des données (résultats) ce qui peut les aider à vérifier, en partie, l'exactitude de leur requête. En plus les instructions du LDD nécessitent plusieurs connaissances que les étudiants trouvent encore difficiles et ont besoin, pour bien les acquérir et les assimiler, de l'assistance de l'enseignant.

## 7 OUTILS PÉDAGOGIQUES ET DIDACTIQUES UTILISÉS

Dans la crainte de voir la démotivation, la lassitude et le désintérêt jouer un rôle négatif dans la dynamique du processus d'enseignement/apprentissage, le choix pertinent des moyens d'action devient, pour l'enseignant, une nécessité de première importance pour la réussite de ce processus. Nous devons donc chercher et trouver des moyens d'action adaptés aux spécificités de la matière et aux particularités des apprenants et permettant d'accroître leur motivation et leur volonté d'apprendre.

Dans ce but et pour faciliter et améliorer l'apprentissage de ce cours d'introduction aux bases de données, pour mieux motiver nos étudiants et atteindre le niveau souhaité (troisième niveau de la taxonomie de Bloom), nous avons recouru à une méthode active et utilisé des outils pédagogiques et didactiques comme moyens supplémentaires de motivation et comme complément à l'apprentissage en présentiel (figure 4).

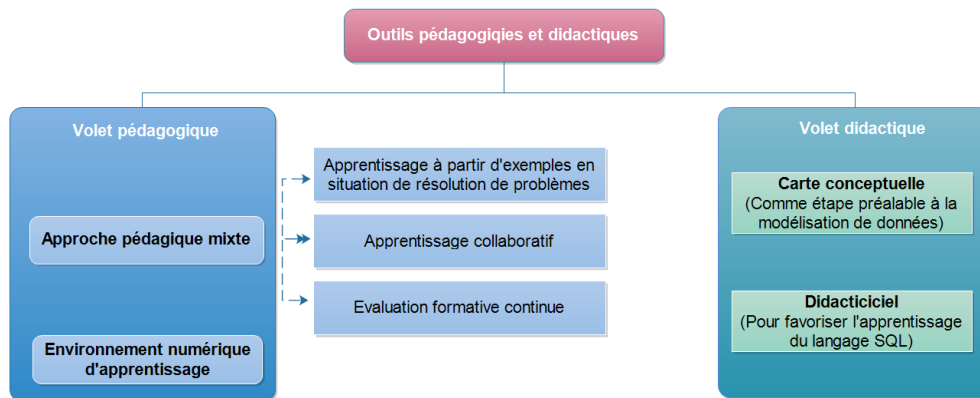


Fig. 4. Outils pédagogiques et didactiques utilisés

En termes d'approche d'apprentissage active, nous utilisons une approche mixte, combinant à la fois un apprentissage à partir d'exemples en situation de résolution de problèmes, un apprentissage collaboratif et une évaluation formative continue [9]. Cette approche est conçue de manière à maintenir la motivation des apprenants en combinant plusieurs méthodes se complétant mutuellement afin que les connaissances théoriques soient renforcées par la pratique et vice versa, en cherchant à trouver le bon équilibre qui permet de mieux comprendre les aspects théoriques impliqués dans la conception et la mise en œuvre d'une base de données.

Nous avons pour cela conçu et mis à la disposition de nos étudiants des ressources pédagogiques sur un environnement numérique d'apprentissage destiné à soutenir et à renforcer le processus d'enseignement/apprentissage en présentiel et à encourager, par conséquent, les étudiants à apprendre davantage et mieux. En effet, des ressources pédagogiques, sous format web, enrichi ou non d'objets multimédias, ont été mis à la disposition de nos étudiants via la plateforme Canvas (version en ligne gratuite, canvas.instructure.com) choisie comme support techno-pédagogique de soutien. Les modules d'auto-formation, sont composés de cours rédigés, de résumés de cours sous forme de cartes heuristiques, d'exercices totalement ou partiellement corrigés, d'évaluations sous forme de quiz et de corrigés de travaux dirigés et de travaux pratiques effectués en présentiel.

D'autres outils didactiques spécifiques, à certains thèmes d'apprentissage ont été également utilisés.

Ainsi, la carte conceptuelle a été utilisée dans notre enseignement pour approfondir la compréhension du problème à modéliser et afin de réduire les difficultés de transposition de la description du domaine en langage naturel vers le schéma conceptuel et donc, comme étape préalable à la modélisation de données [10]. L'intérêt de la carte conceptuelle ne réside pas seulement dans le fait qu'elle soit en mesure d'illustrer, d'organiser les connaissances des apprenants et les approfondir mais aussi dans le but quelle soit capable d'organiser les informations et les règles de gestion du domaine à modéliser. Notre but est d'amener nos étudiants à prendre conscience de l'importance de la modélisation des bases de données et accroître ainsi, l'efficacité de notre enseignement.

Un didacticiel, destiné à l'apprentissage du langage SQL, destiné à la fois à l'enseignant et à l'étudiant pour faciliter le processus d'enseignement/apprentissage de ce langage, a été également utilisé. L'objectif pédagogique du didacticiel est d'aider les apprenants débutants à comprendre les concepts fondamentaux du langage SQL et de leur permettre d'expérimenter l'instruction d'interrogation de données pour écrire une large variété de requêtes.

## 8 CHOIX DE LA DÉMARCHE D'ENSEIGNEMENT

Nos observations, constatations et conclusions répétées nous ont poussées à chercher à construire des situations d'apprentissage destinées à réduire la charge cognitive de nos étudiants.

Notre approche d'apprentissage a comporté trois étapes. Tout d'abord, apprendre aux étudiants comment utiliser une base de données, c'est à dire manipuler les données d'une base de données déjà existante. Ensuite, leur apprendre à faire des

modifications sur la structure d'une base existante. Et finalement, leur apprendre à créer en partant de rien, une nouvelle base de données.

Il est vrai que dans notre cas, nous avons commencé notre expérience d'enseignement des bases de données, comme beaucoup de nos collègues, par un apprentissage qui suit le cycle de développement. Ce n'est qu'après cinq années d'enseignement que nous avons migré vers une approche d'apprentissage inverse, dans laquelle la modélisation des données est traitée vers la fin de l'enseignement, une fois, que les étudiants ont été familiarisés avec l'implémentation et l'utilisation des bases de données. C'est d'ailleurs ce que préconisent certains auteurs tels que Date [6], Kroenke [15]: selon eux les étudiants doivent commencer par effectuer des opérations sur des bases de données existantes puis apprendre à implémenter leurs propres bases de données en utilisant Microsoft Access. De cette manière et dès les deux premières séances d'apprentissage, les étudiants ont déjà une vue globale de ce qu'est une base de données, comment l'implémenter et comment l'utiliser.

Dans notre enseignement, nous ne séparons pas les séances de cours des séances de travaux dirigés ou de travaux pratiques. C'est un cours intégré durant lequel nous essayons de présenter de nouveaux concepts puis aussitôt nous demandons aux étudiants de répondre à un ensemble de questions afin d'appliquer et voir concrètement l'intérêt et l'usage du (ou des) concepts étudiés dont le nombre dépend du thème étudié. Tout en présentant la théorie, nous cherchons, à faire ressortir et percevoir par les étudiants la relation qui existe entre elle et la pratique.

Nous procédons, alors, de la manière suivante:

- Dès le début de l'enseignement, les concepts fondamentaux des bases de données sont, donc, présentés aux étudiants qui reçoivent un exemple simple de bases de données (une gestion de la scolarité d'un établissement universitaire). Ils sont invités à manipuler cette base, préalablement établie par l'enseignant, en y ajoutant de nouvelles données, en en modifiant les données existantes, ou en en supprimant d'autres. Cela leur permet, déjà, d'apprendre ce qu'est une base de données et comment l'utiliser. A ce stade nous ne cherchons, qu'à familiariser les étudiants aux concepts fondamentaux des bases de données.
- Au cours de la séance suivante, les concepts de base du modèle relationnel sont présentés aux étudiants. Afin d'illustrer les concepts, nous leur demandons de modifier la structure de la base de données, servant d'exemple, utilisée au cours de la première séance, par introduction de nouvelles tables. Les étudiants sont invités, alors, à ajouter deux autres tables à la base, une des tables possédant une clé primaire composée, puis il leur est demandé d'établir les liens appropriés pour l'intégrité référentielle entre les deux nouvelles tables et les tables existantes de la base de données. A ce stade nous cherchons à familiariser les étudiants aux concepts de base du modèle relationnel.
- Une fois les concepts de base du modèle relationnel compris, nous donnons aux étudiants un schéma relationnel normalisé et nous leur demandons de créer la base de données correspondante en utilisant Microsoft Access, de la peupler et de répondre à quelques requêtes d'interrogation de données en utilisant l'interface QBE (Query By Example) d'Access.
- Le langage SQL est, par la suite, enseigné, aux étudiants. Nous commençons ainsi, par les instructions du langage de manipulation de données puis nous enseignons les instructions du langage de définition de données. Le didacticiel est alors utilisé pour illustrer les concepts étudiés et s'entraîner à répondre aux différents exercices proposés par l'outil. Notre intention n'est pas de rendre les étudiants compétents dans un SGBD particulier mais de leur faire apprendre les bases ou rudiments du langage SQL plus particulièrement celui de la deuxième version de la norme SQL (SQL2). Nous utilisons également et selon le cycle et la filière objet de l'enseignement, un autre SGBDR tel que PostgreSQL ou MySQL.
- Nous présentons ensuite une base de données non normalisée et nous montrons aux étudiants les anomalies qu'engendre une telle base. Nous présentons, alors, la partie modélisation des données à partir d'un exemple simple. Une fois, les concepts de base du modèle Entité/Association présentés, nous préparons les étudiants à construire un schéma entité/Association en passant d'abord par la carte conceptuelle. En effet, cette dernière est utilisée comme étape préalable à la modélisation conceptuelle de données. Nous énonçons par la suite le règles de traduction d'un schéma E/A vers un schéma relationnel et nous montrons aux étudiants, à partir d'un exemple, comment transformer un schéma E/A en un relationnel normalisé.
- Nous demandons, enfin, aux étudiants de faire, en groupe, un mini-projet où ils auront à concevoir et à mettre en œuvre une base de données à partir de certaines spécifications et leur permettre, ainsi, de suivre le processus de développement dans le sens habituel du cycle de vie. Ils auront, ainsi, une idée détaillée de la tâche à accomplir: ce qui doit être fait, comment le faire, quel type d'outils utiliser, etc.

Cette manière de procéder semble être privilégiée par les étudiants, en effet, ces derniers ont généralement une courte durée d'attention et préfèrent un mélange de différents styles d'enseignement dans une même séance d'apprentissage. De plus, en alternant cours et exercices pratiques, nous donnons l'occasion aux étudiants d'appliquer les concepts abstraits, au fur et à mesure de leur étude.

L'approche inverse du cycle de développement permet, quant à elle, de retarder la modélisation des données jusqu'à ce que les étudiants aient été suffisamment habitués à la manipulation des bases de données et aient acquis une expérience suffisante. Cette séquence d'apprentissage supporte mieux une approche qui va du simple et concret, au complexe et abstrait et permet aux étudiants d'affronter plus tôt l'implémentation des bases de données et l'utilisation du langage SQL [18].

## **9 L'ÉVALUATION SOMMATIVE**

Les évaluations sont menées sous la forme de tâches formatives et sommatives. L'évaluation sommative comprenant une évaluation pratique (mini-projet), un devoir surveillé (théorique) et un examen final.

### **9.1 L'ÉVALUATION INTERMÉDIAIRE**

Lors de l'approche qui consiste à suivre le cycle de développement, la modélisation des données est étudiée avant que les étudiants L'évaluation intermédiaire

Le devoir surveillé (évaluation de mi-parcours) aura pour but de mesurer les connaissances déclaratives des étudiants, tester leur connaissance et leur compréhension des concepts fondamentaux des bases des données (définition de concepts tels que base de données, SGBD, modèles de données, schéma d'une base de données,...), du modèle de données relationnel (définition de relation, attribut, tuple,...), etc.. Il est généralement composé d'un QCM, d'un exercice avec un ensemble de questions à réponse courte portant sur les concepts de base du modèle relationnel et, ce, en plus d'un exercice d'application sur le langage SQL.

### **9.2 LE MINI-PROJET**

Une évaluation écrite ne reflète pas nécessairement et efficacement le niveau d'apprentissage. L'utilisation d'un mini-projet lors du processus d'enseignement/apprentissage permet, par contre, un accès à des aspects non pris en compte, par l'évaluation écrite et d'améliorer les compétences pratiques des étudiants.

Le mini-projet en base de données consistera à concevoir et à créer une base de données en utilisant un système de gestion de bases de données relationnelles particulier, généralement choisi par l'enseignant (Microsoft Access, PostgreSQL ou autre), à insérer des données de test et à créer des requêtes SQL d'interrogation de données. La principale différence entre les projets de bases de données destinés aux étudiants des différentes filières, réside dans le niveau de complexité du problème donné et du SGBD à utiliser.

Ces mini-projets de base de données se font en binôme ou au plus en groupe de 3 étudiants. Ils visent à consolider la compréhension de la modélisation des données et du langage SQL.

### **9.3 L'EXAMEN FINAL**

L'examen final, individuel, constituant la dernière évaluation exige une compréhension et une application claire des concepts étudiés. Il permet d'évaluer la capacité des étudiants à appliquer ce qu'ils ont appris tout au long du cours de base de données. Cet examen final, basé sur tous les aspects du cours est, donc, plus complet; il teste les connaissances et leur degré de compréhension de la modélisation des données et du langage SQL. Il est généralement composé d'une étude de cas, de complexité moyenne, nécessitant la construction d'un schéma Entité/Association, puis du schéma relationnel correspondant et la réponse à quelques requêtes d'interrogation de données en SQL et/ou en QBE (Query By Example) selon la filière.

## **10 CONCLUSION**

En raison des problèmes et difficultés rencontrés par les étudiants novices dans un cours d'introduction aux bases de données, diverses méthodes pour améliorer l'enseignement et l'apprentissage de ce cours ont été conçues et développées par de nombreux chercheurs de pays différents. Certains, d'entre eux, ont procédé à l'examen du contenu de ce cours.

D'autres ont présenté des approches et méthodes pédagogiques en rapport avec certains aspects de cet enseignement. Quelques autres ont développé des outils destinés à en faciliter l'apprentissage.

En nous inspirant des travaux réalisés par ces auteurs, nous nous sommes posés la question relative aux méthodes à utiliser pour mieux enseigner et améliorer la motivation de nos étudiants et également la question relative au choix d'outils appropriés.

Le choix des méthodes revient à examiner la manière et les principes qui régissent le processus d'enseignement/apprentissage. Il est également important de prendre en compte l'utilisation d'outils appropriés et à des techniques d'enseignement innovantes, qui motivent l'étudiant à compléter et à poursuivre, par lui-même le processus d'apprentissage.

Notre propre expérience, nous a, ainsi, permis de dégager les conclusions suivantes:

- Pour maîtriser les bases de données, il faut d'abord comprendre les concepts de base, puis apprendre à les utiliser avant d'apprendre à les modéliser.
- L'utilisation d'exemples multiples et variés pour illustrer l'enseignement, aidera, énormément à la compréhension des concepts de base. Des exemples judicieux et familiers tirés de la réalité quotidienne des étudiants leur éviteront une lourde charge cognitive et retarderont autant que possible leur lassitude et leur fatigue.
- L'utilisation d'exemples familiers et d'exercices partiellement résolus, permet de stimuler la curiosité des apprenants, ce qui leur permet d'accroître leur volonté de résoudre les exercices proposés et de chercher à résoudre d'autres.
- L'apprentissage collaboratif permet, d'engendrer le maintien de leur motivation à apprendre plus grâce à la rétroaction positive du groupe et au sentiment d'autonomie
- L'utilisation d'outils didactiques et de méthodes pédagogiques variés, complétés par l'utilisation d'outils technologiques permet à l'enseignant d'améliorer l'efficacité des tâches dont il a la charge et d'enseigner en recourant à toutes les formes de dynamismes possibles, ce qui lui permettra de stimuler, maintenir l'attention et motiver les apprenants. Ces derniers changeront, alors, d'attitude et de comportement.

## REFERENCES

- [1] Adams, E. S., Granger, M., Goelman, D. et Ricardo, C. (2004). Managing the introductory database course: what goes in and what comes out?. In Proceedings of the 35th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education, Virginia, USA, 36 (1), 497-498. doi: 10.1145/971300.971467.
- [2] Bloom, B. S., Krathwohl, D. R. et Masia, B. B. (1956). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals; Handbook I: Cognitive domain. David McKay Company, Incorporated. New York: David McKay Company.
- [3] Chaduc, M.T. (1999). Les grandes notions de pédagogie. Paris: Armand Colin-Bordas.
- [4] Chevillard, Y. (1991) La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné, Grenoble, La Pensée Sauvage (2e édition revue et augmentée, en coll. avec Marie-Alberte Joshua, 1re édition 1985).
- [5] Cutts, Q., Esper, S., Fecho, M., Foster, S. R. et Simon, B. (2012). The abstraction transition taxonomy: developing desired learning outcomes through the lens of situated cognition. In Proceedings of the ninth annual international conference on International computing education research, Auckland, New Zealand, 63-70. do: 10.1145/2361276.2361290.
- [6] Date, C. J. (2004). An introduction to database systems. Boston: Pearson Education.
- [7] Dietrich, S. W., Goelman, D., Borrer, C. M. et Crook, S. M. (2015). An animated introduction to relational databases for many majors. IEEE Transactions on Education, 58 (2), 81-89.
- [8] Fanou, C. C. (2009). Les supports dans l'enseignement/apprentissage de l'anglais de spécialité dans un environnement francophone: cas de l'anglais des filières d'économie et de gestion (Thèse de doctorat, Université de la Sorbonne nouvelle-Paris III).
- [9] Farza, L. (2015). Impact d'une approche d'enseignement/apprentissage mixte sur les résultats des apprenants: cas d'un cours de bases de données. Spirale-E, Revue de Recherches en Education, Académie de Lille, 55, 61-74. Repéré à <https://spirale-edu-revue.fr/spip.php?article1232>.
- [10] Farza, L. (2018). La carte conceptuelle comme outil favorisant l'apprentissage de la modélisation des bases de données. RIPES, Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur, 34 (1). <http://journals.openedition.org/ripes/1296>.
- [11] Folland, K. A. T. (2016). viSQLizer: An interactive visualizer for learning SQL. Mémoire de Master, Université de science et technologie, Norvège. <https://core.ac.uk/download/pdf/154676145.pdf>.

- [12] Furber, S. (2012). Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools. The Royal Society, London. <https://royalsociety.org/~media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf>.
- [13] Hartmann, W., Näf, M., & Reichert, R. (2012). Enseigner l'informatique. Springer Science & Business Media.
- [14] Hou, K. et Li, G. Y. (2016). Creative Thinking of Database Course for Economics and Management Major in Conceive of the Big Course and Big Task. *International Journal of Database Theory and Application*, 9 (9), 119-126.
- [15] Kroenke, D.M. (2006). Database processing. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- [16] Martin, C., Urpí, T., Casany, M. J., Burgués, X., Quer, C., Rodríguez, M. E et Abelló, A. (2013). Improving Learning in a Database Course using Collaborative Learning Techniques. *International Journal of Engineering Education*, 29 (4), 1-13. <http://www.essi.upc.edu/~aabello/publications/13.IJEE.pdf>.
- [17] Masson, P. (1994). Négociations et conflits dans le processus d'orientation des élèves de l'enseignement secondaire. *Sociétés contemporaines*, 18 (1), 165-186.
- [18] Mason, R., Seton, C. et Cooper, G. (2016). Applying cognitive load theory to the redesign of a conventional database systems course. *Computer Science Education*, 26 (1), 68-87. doi: 10.1080/08993408.2016.1160597.
- [19] Mitrovic, A. (2003). An intelligent SQL tutor on the web. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 13 (2-4), 173-197. <https://content.iospress.com/articles/international-journal-of-artificial-intelligence-in-education/jai13-2-4-03>.
- [20] Murray, M. et Guimaraes, M. (2009). Animated Courseware Support for Teaching Database Design. *Issues in Informing Science and Information Technology*, 6, 201-211. doi: 10.28945/1053.
- [21] Nelson, D., Stirk, S., Patience, S. et Green, C. (2003). An Evaluation Of a Diverse Database Teaching Curriculum And The Impact of Research. 1st Workshop on Teaching, Learning and Assessment in Databases, Coventry, UK, Higher Education Academy, 69-73. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.176.7236&rep=rep1&type=pdf>.
- [22] Rashid, T. A. et Al-Radhy, R. S. (2014). Transformations to issues in teaching, learning, and assessing methods in databases courses. In 2014 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE) (pp. 252-256). IEEE.
- [23] Rashid, T.A., (2015). Investigation of instructing reforms in databases. *International journal of scientific and engineering research*, 6 (8),72. <https://www.ijser.org/researchpaper/Investigation-of-Instructing-Reforms-in-Databases.pdf>.
- [24] Simillion, F. (2016). Proposition d'un plan de cours d'informatique en tant que discipline fondamentale dans les écoles de maturité (Mémoire de master, Haute école pédagogique du canton de Vaud).
- [25] Senapathi, M. (2004). Restructuring an Undergraduate Database Management Course for Business Students. *Issues in Informing Science & Information Technology*, 1, 573-584.
- [26] Springsteel, F., Robbert, M.A. et Ricardo, C.M. (2000). The Next Decade of the Database Course: Three Decades Speak to the Next. In Proceedings of the thirty-first SIGCSE technical symposium on Computer science education. ACM, New York, NY, USA, 32 (1), 41-45. doi: 10.1145/330908.331808.
- [27] Suraweera, P. (2001). An Intelligent Teaching System for Database Modeling, (Mémoire de Master, University de Canterbury, New zélande). <https://ir.canterbury.ac.nz/handle/10092/9619>.
- [28] Tanana, M. (2009). Évaluation formative du savoir-faire des apprenants à l'aide d'algorithmes de classification Application à l'électronique numérique (Thèse de doctorat, INSA de Rouen). <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00442930v2/document>.
- [29] Tashakkori, R et Zachary W Andrews (2018). A team software process approach to database course. In Proceedings of the ACMSE 2018 Conference, Richmond, Kentucky. doi: 10.1145/3190645.3190676.
- [30] Wang J. et Chen H. (2014). Research and Practice on the Teaching Reform of Database Course. *International Conference on Education Reform and Modern Management, ERMM*.
- [31] Yuelana, L., Yiwei, L., Yuyan, H., Yuefan, L. (2011). Study on Teaching Methods of Database Application Courses. *Procedia Engineering* 15, 5425 –5428. <https://core.ac.uk/download/pdf/82724878.pdf>.
- [32] Zheng, Y. et Dong, J. (2011). Teaching reform and practice of database principles. The 6th International Conference on Computer Science and Education (ICSE), 1460-1462, Singapora.

## Impact of Cashless Policy on Financial Inclusion in Nigeria

*Clifford Chilasa Agbaeze*

Department of Banking and Finance, Michael Okpara University of Agriculture, Umudike (MOUAU), Abia State, Nigeria

Copyright © 2020 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 evaluated the impact of cashless policy on financial inclusion in Nigeria for the period 2009 to 2019. Cashless policy instruments adopted in the study were automated teller machine, Point of Sale terminals, mobile phone banking and web (internet) banking while number of depositors per 1,000 adults was adopted as proxy for financial inclusion. Rather than investigating the 'joint impact' of cashless policy instruments on financial inclusion, this study investigated the 'individual impacts' of the policy instruments on the aforementioned target variable - financial inclusion. Thus, simple regression technique was employed in carrying out the empirical analysis. Findings revealed that automated teller machines; point of sale terminals; mobile phone banking and web cashless instruments had significant impacts on financial inclusion in Nigeria. However, the elasticity of financial inclusion to these cashless policy instruments varied with automated teller machines and web cashless instruments having larger elasticity than point of sale terminals and mobile phone cashless instruments. The study recommended, among others, that Central Bank of Nigeria should make policies aimed at compelling deposit money banks in Nigeria to establish more automated teller machine points in major cities and rural areas as well as increase web transactions in Nigeria. In this way, financial inclusion in Nigeria would be enhanced.

**KEYWORDS:** Cashless policy, cashless policy instruments, financial inclusion, automated teller machines, point of sale, mobile phone banking, web banking.

### 1 INTRODUCTION

Before the introduction of cashless policy in Nigeria, there was a lot of financial recklessness and upheavals in the Nigerian economic architecture (Oginni, El-Maude, Mohammed & Michael, 2013). To the customers of commercial banks, the pre-cashless policy era spelt doom as they were exposed to armed robbery attacks because they were meant to carry huge sums of money so as to finalize their financial transactions. However, to the commercial banks, the pre-cashless policy era resulted in clumsiness as well as overcrowding of the banking halls as customers had to queue endlessly just to deposit monies or make withdrawals (Achor & Anuforo, 2013). Thus, the pre-cashless policy era was ingloriously associated with low saving as people preferred to keep their monies at home instead of keeping them in the banks thereby having too much money existing outside the banking system. According to World Bank (2018), gross domestic savings in Nigeria stood at ₦2.55 trillion in 1999 and continued to fluctuate in the other pre-cashless periods reaching ₦12.16 trillion in 2008. In 2009, which marked the beginning of data-backed cashless policy era in Nigeria, gross domestic savings stood at ₦10.11 trillion and continued to fluctuate in the other post-cashless periods reaching ₦23 trillion in 2018. The highest gross pre-cashless policy domestic savings in Nigeria was recorded in 2006 at ₦13.48 trillion while maximum all-time, gross domestic savings in Nigeria was recorded in 2018 at ₦23 trillion – post-cashless policy era.

In the quest to bring sanity to the Nigerian financial system and the economy, the Central Bank of Nigeria came up with the cashless policy with one of its cardinal objectives being to help the Central Bank of Nigeria have a firm grip on monetary policy especially as it pertains to inflation rate (Akhalmeh & Ohiokha, 2012). Cashless policy is a policy of the Central Bank of Nigeria (CBN) that encourages electronic payment methods in executing financial transactions (Odior & Banuso, 2012). It was argued that beyond the need to reduce cash transactions, cashless policy was meant to reduce huge costs of providing banking services, increase efficiency, increase deposit mobilization and increase credit lending activities of the commercial banks thereby enthrone financial inclusion (Ovat, 2012). In addition, the cashless policy was aimed at establishing a change in

Nigeria's payment system as a way to attain the vision 20: 20: 20 of the government to become one of the 20 best economies in the world by the year 2020 (Ajayi, 2014).

Nigeria's cashless policy anchors on technology-based instruments in order to be effective (Chibueze, Maxwell & Osondu, 2013). These instruments include: Automated Teller Machine (ATM), Point of Sale (POS), internet (web), mobile phones etc. The use of these instruments facilitates convenience in handling financial transactions (Itah, 2014). It therefore not surprising that the usage of these instruments had been on the increase as evidenced by the value of transactions carried out using them. For instance, in 2009, the volume and value of ATM transactions stood at ₦548.6 billion and value of ATM transactions in Nigeria increased steadily reaching ₦6,512.61 billion in 2019 (CBN, 2019). In the case of Point of Sale, the value of POS transactions was put ₦11.03 billion in 2009 and steadily increased reaching ₦3,204.75 billion in 2019. Value of web transactions stood at ₦84.15 billion in 2009 and fluctuated in the years that followed reaching ₦478.14 billion in 2019. Finally, the value of transactions carried out using mobile phones stood at ₦1.27 billion in 2009 and increased steadily reaching ₦5,080.96 billion in 2019 (CBN, 2019). Overall, it could be argued that Nigeria's cashless policy has been impressive given its penetration as evidenced in the value of transactions carried out with the cashless policy instruments. Based on the value of transactions executed using the cashless policy instruments, one wonders whether financial inclusion in Nigeria has been enhanced.

### 1.1 STATEMENT OF THE PROBLEM

Despite the huge benefits of the cashless policy in Nigeria, one of the major issues confronting its success is insecurity. Insecurity exists mainly in the hacking of the e-payment platforms by fraudsters. As fraudsters hack into these e-payment channels, people get the impression that their monies can just 'evaporate' by the click of a button by someone somewhere. This leads to growing apathy on the acceptance of the cashless policy thereby reducing the positive impact it would have had on the financial sector in particular and the economy in general. Inadequate infrastructure to enhance the operations of the cashless channels is another major issue bedeviling the cashless policy. With inadequate power supply and frequent network challenges in Nigeria, most of the times customers of the banks are confronted with situations where the e-banking channels are not working and this leads to frustrations. The more the customers get frustrated with the e-banking channels, the less the acceptability of the cashless policy and the less it enhances the development of the financial sector in Nigeria.

In view of the foregoing, there are concerns that the cashless policy introduced by government may not have achieved its intended objective of enhancing financial inclusion in Nigeria; reducing currency outside the banks and shoring up the deposit base of banks for more effective financial intermediation activities. This formed the "raison d'être" for this work.

Previous studies on the impact of cashless policy on financial inclusion have acknowledged that cashless policy instruments have positive impact on financial inclusion. For example, Bansal (2014) established that mobile banking and ATM had positive influence on financial inclusion in India. Ogbeide (2019) and Ene, Abba and Fatokun (2019) investigated the impact of cashless policy on financial inclusion in Nigeria and found that cashless policy had positive impact on financial inclusion in Nigeria. However, the magnitude of the impact on cashless policy on financial inclusion has become a subject of intense debate among scholars. While some cashless policy instrument had significant impact on financial inclusion in one study, they had insignificant impact on financial inclusion in another study. Ogbeide (2019) found that ATM had significant impact on financial inclusion in Nigeria while Ene *et al* (2019) found that ATM had insignificant impact on financial inclusion in Nigeria. To fill this gap, this study investigated the "individual" impact of a set of cashless policy instruments (including ATM) on financial inclusion in Nigeria.

### 1.2 OBJECTIVES OF THE STUDY

The broad objective of the study was to examine the impact of cashless policy on financial inclusion in Nigeria. The specific objectives of the study are as follows:

- To determine the impact of automated teller machine (ATM) cashless instrument on number of depositor per 1,000 adults in Nigeria.
- To investigate the impact of Point of Sale (POS) cashless instrument on number of depositor per 1,000 adults in Nigeria.
- To analyze the impact of web cashless instrument on number of depositor per 1,000 adults in Nigeria.
- To determine the impact of mobile phone cashless instrument on number of depositor per 1,000 adults in Nigeria.

### 1.3 RESEARCH HYPOTHESES

Four hypotheses were tested in the study and they are specified in their null forms as:

- H<sub>0</sub>: Automated teller machine (ATM) cashless instrument does not have significant impact on usage of financial services in Nigeria.
- H<sub>0</sub>: Point of Sale (POS) cashless instrument has no significant impact on usage of financial services in Nigeria.
- H<sub>0</sub>: Web cashless instrument does not have significant impact on usage of financial services in Nigeria.
- H<sub>0</sub>: Mobile phone cashless instrument has no significant impact on usage of financial services in Nigeria.

### 1.4 SCOPE OF THE STUDY

The study covered the period 2009 to 2019. Year 2009 was chosen as the base year for the study due to availability of data. Usage of financial services dimension of financial inclusion was concentrated on in the study.

## 2 REVIEW OF RELATED LITERATURE

### 2.1 CONTRIBUTION OF CASHLESS POLICY IN NIGERIA

Cashless policy has been identified as important contributor to the growth of the Nigerian economy given that it benefits banks' customers, benefits corporations, benefits government and benefits the banking industry in Nigeria. To the commercial banks' customers, cashless policy offers increased convenience given that they do not need to carry large sums of money wherever they go just to carry out financial transactions. This is against the backdrop that the bank customer only needs to make use of either the Point of Sale (POS) platform, mobile phone platform, or the ATM platform in order to make payments for goods or services that he/she purchases. Most importantly, the cashless policy introduced by the Nigerian government has curbed the high incidences of risks associated with armed robberies and other criminal activities who hitherto attacked banks' customers who used to carry large sums of money. With the introduction of cashless policy in Nigeria, bank customers do not need to carry large sums of money about thereby eliminating the possibility of being easy targets for criminals and other miscreants in the society. In addition to this, the advancement of cashless policy in Nigeria provided the bank customer with easy and cheaper access to banking services as he/she does not physically be in the bank in order to make financial transactions. This is against the backdrop that he/she can electronically transact his/her businesses from the confines of his/her home (Oghojafor, Muo & Alaneme, 2013).

Just as cashless policy is beneficial to the banks' customers; it is also beneficial to the government because it helps the government in achieving increased tax collection, increased financial inclusion and increased economic growth and development (Ayoola, 2013). This is against the backdrop that firms and individuals in the informal sector who were not hitherto taxed because they were literally unknown to the government could now have their earnings evaluated as the cashless policy expands the financial inclusion frontier owing to innovations associated with cashless policy. Cashless policy enthrones more innovations leading informal sector firms to become captured in the banking net thereby making government have more capacity to evaluate their earnings and the proper tax that should be paid by them imposed. In this way, the efficiency of tax collection in Nigeria has increased and government revenue in Nigeria (Osazevbaru & Yomere, (2015). Broadly speaking, cashless policy in Nigeria has enhanced the financial inclusion drive of the government given that cashless policy has extended banking services to people and places where the banks and banking services would ordinarily not been able to reach. With the cashless policy came the era of 'branchless banking' in Nigeria as people and firms perform financial transactions without necessarily visiting the bank physically. In the views of Yaqub, Bello and Adenuga (2013), financial inclusion agenda of the government actualized, monetary policy implementation of the government has begun to materialize due to the introduction of cashless policy in Nigeria and this has led to increased economic growth and economic development in Nigeria.

Most corporate bodies usually trade with high volume of cash. Thus, the introduction of cashless policy offers faster access to capital; reduces leakages of revenue and even reduces costs associated with cash handling (Ugwuanyi & Ugwuanyi, 2013). In the event that a firm seeks for loans and advances from the banks, the cashless policy makes the application and processing of bank loans easier since the use of ICT is fully mobilized. Unlike what obtained in the era when cashless policy had not introduced, then loan application was done manually which takes a lot of time. The implication of this is that the introduction of cashless policy reduced the time it takes for the bank to process the loan sought by the corporations thereby increasing accessibility to capital and performance. In addition, cashless policy benefits corporations because it reduces leakages of

revenue. This is because handling of cash by personnel is reduced thereby reducing the possibility of theft and embezzlement of company's funds. In the case of the Central Bank of Nigeria (CBN), cashless policy helped it in curbing inflation and other macroeconomic imbalances associated with money supply in the country (Olanipekun, Brimah & Akanni, 2013).

Through electronic payment platforms such as ATM, POS, internet banking, mobile phone banking just to mention but a few; banking services have become more efficient thereby making banking halls less crowded and customers' satisfaction becoming more enhanced. Secondly, costs often incurred by the banks in the past such as transportation costs to carry files from one branch to another, staff costs and other logistics are minimized with the introduction of the cashless policy. This is because most of these operations are now done electronically thereby eliminating the associated costs. Finally, the cashless policy has also led to increased banking penetration being that the banks may not have to put up physical presence everywhere but through the various electronic platforms the banking services are rendered (Osazevaru, Sakpaide & Ibubune, 2014).

## **2.2 THEORETICAL FRAMEWORK**

This study anchored on technology acceptance model (TAM) and diffusion of innovation (DOI) theory.

### **2.2.1 TECHNOLOGY ACCEPTANCE THEORY**

Technology acceptance theory was postulated by Fred Davis in 1989 and emphasized that individuals accept and use a technology based on two key factors namely perceived usefulness (PU) and perceived ease-of-use (PEOU). Here, perceived usefulness refers to the degree to which an individual believes that a particular technology would enhance his job performance. On the other hand, perceived ease-of-use refers to the degree to which an individual believes that the use of a particular technology would be effortless. Based on the technology acceptance theory, the acceptance of a technology is therefore dependent on individuals' belief that the usage of the technology will be easy and that it will help him to perform better. This theory favours this study because cashless policy is basically introduced to accelerate financial transactions thereby enhance financial inclusion.

### **2.2.2 DIFFUSION OF INNOVATION (DOI) THEORY**

Diffusion of innovation theory was developed by Gabriel Trade and Rogers in 1962 and explains the processes which technology spreads cultures and societies. These processes encompasses how, why and at what rate new ideas and technology spread through cultures or societies. In the diffusion of innovation theory, culture plays important role in determining how individuals living in a community, state or a nation accepts or rejects any technological innovations. Diffusion of innovation theory could be used in explaining the different levels of acceptance of cashless policy. It tends to explain why some countries or segment of the society embraced cashless policy using the instrument of electronic payment whereas some others are yet to key into this phenomenon. This theory also favours this study because it explains the rate at which cashless policy has been accepted in Nigeria and the penetration of the electronic payment methods in Nigeria.

## **2.3 EMPIRICAL LITERATURE**

Gakii (2012) examined the determinants of financial inclusion in Nairobi. Mobile financial services including mobile money transfer, mobile payments and money banking were adopted as indicators of financial inclusion. However, age, gender, education level, tariffs associated with service and volume of transactions were adopted as possible determinants of financial inclusion. Descriptive statistics and multinomial Logit model were employed as analytical techniques. Findings revealed that mobile money transfer, mobile payments and money banking were significantly determined by age, gender, education level, tariff of service and volume of transactions in Nairobi.

Bansal (2014) explored how technology aided financial inclusion in rural India. Mobile banking and ATM banking were adopted as factors that influence financial inclusion in rural India. Qualitative research method was employed as analytical tool. Findings revealed that mobile banking and ATM have huge influence on financial inclusion because ATM and mobile banking enable banking services to be provided to the populace. The researcher concluded that technology significantly influenced financial inclusion in rural India.

Bayero (2015) analyzed effects of cashless economy policy on financial inclusion in Nigeria. Business models, awareness, value proposition and payment infrastructure were adopted as indicators of cashless economy policy. Questionnaire was distributed to 230 respondents which were used as the sample size. Regression analysis was employed in the study. Findings

showed that business models had positive and insignificant effect on financial inclusion in Nigeria. On the other hand, awareness, value proposition and payment infrastructure had positive and significant effect on financial inclusion in Nigeria.

Ali and Emenike (2016) examined impact of automated teller machine on banking services delivery in Nigeria from January 2009 to December 2013. Value of ATM transactions was used as independent variable while private sector saving deposits, private sector demand deposits and private sector time deposits were adopted as proxies of banking services delivery. Ordinary Least Squares (OLS) simple regression technique was employed to analyze the data. Findings revealed that value of ATM transactions had positive and significant impact on private sector demand deposits in Nigeria. On the other hand, value of ATM transactions had no significant impact on private sector saving deposits and private sector time deposits.

Ogbeide (2019) assessed the effects of cashless policy on financial inclusion in the Nigerian economy for the period 2007 to 2016. Number of commercial banks branches in rural area, number of commercial banks branches in the urban area, deposits and loans granted by commercial banks branches in the rural area and aggregate number of commercial banks branches in the urban and rural areas were adopted as proxies for financial inclusion while volume of automated teller machine transaction, volume of Point of Sale transactions and volume of web transactions were adopted as proxies for cashless policy. Ordinary Least Squares (OLS) multiple regress technique was employed to analyze the data used in the study. Findings revealed that volume of ATM transactions had positive and significant effect on financial inclusion indicators in urban areas while an insignificant effect was established in the rural area. Similarly, the study showed that POS transactions and web transactions had more significant effect on financial inclusion in the urban area than it exhibited for rural area.

Ene, Abba and Fatokun (2019) investigated the impact of electronic banking on financial inclusion in Nigeria for the period 2008 to 2017. Number of bankable adults with access to formal sector banking system products scaled by number of bankable adults was adopted as proxy for financial inclusion while number of ATMs in the country and number of POS in the country were adopted as indicators of electronic banking. Ordinary Least Squares (OLS) regression technique was employed as analytical technique. Findings showed that number of ATM had positive and insignificant impact on financial inclusion in Nigeria. On the other hand, findings revealed that number of POS positively and significantly impacted financial inclusion in Nigeria.

### 3 MATERIAL AND METHODS

#### 3.1 RESEARCH DESIGN

The study adopted the *ex-post facto* research design. The *ex-post facto* research design relies on the use of existing data to determine the impact of the independent variables on the dependent variable. Because of this attribute, the *ex-post facto* research design was considered most appropriate for this study being that data for number of depositor per 1,000 adults, value of ATM transactions, value of POS transactions, value of web transactions and value of mobile phone transactions (which are the variables to be used in this study) already exists and cannot be manipulated by the researcher (Osuala, 2009).

#### 3.2 SOURCES OF DATA

The study made use of secondary data which were collected from the Central Bank of Nigeria (CBN) *Statistical Bulletin* and World Bank Development Reports. Thus, data on number of depositor per 1,000 adults was sourced from World Bank Report (World Bank Development Indicators, 2018) while value of ATM transactions, value of POS transactions, value of web transactions and value of mobile phone transactions were collected from the Central Bank of Nigeria (CBN) *Statistical Bulletin*.

#### 3.3 MODEL SPECIFICATION

This study was built on the technology acceptance theory and diffusion of innovation theory both of which explains the acceptability and spread of technology in societies (nations) thereby impacting financial inclusion. These theories encourage cashless policy and bring to the fore the positive link between cashless policy and financial inclusion. Ogbeide (2019) specified models linking cashless policy and financial inclusion in the Nigerian economy as:

$$NCBNKBR = f(\text{ATMVL}, \text{POSVL}, \text{WEBVL}) \quad (1)$$

$$NCBNKBU = f(\text{ATMVL}, \text{POSVL}, \text{WEBVL}) \quad (2)$$

$$DLRCBNKB = f(\text{ATMVL}, \text{POSVL}, \text{WEBVL}) \quad (3)$$

$$ACBNKUR = f(\text{ATMVL}, \text{POSVL}, \text{WEBVL}) \quad (4)$$

Where:

NCBNKBR = Number of commercial bank branches in rural area.

NCBNKBU = Number of commercial bank branches in urban area.

DLRCBNKB = Deposits and loans in rural area of commercial bank branches in Nigeria.

ACBNKUR = Aggregate number of commercial bank branches in urban and rural areas of Nigeria.

ATMVL = Volume of automated teller machines in the banks

POSVL = Volume of Point of Sales

WEBVL = Volume of web based techniques

In line with Ogbeide (2019) with modifications, the models for this study are specified as:

$$DEP = f (ATM) \quad (5)$$

$$DEP = f (POS) \quad (6)$$

$$DEP = f (WEB) \quad (7)$$

$$DEP = f (MOB) \quad (8)$$

Transforming equation (2) into its econometric form, it becomes

$$DEP = \beta_0 + \beta_1ATM_t + \mu \quad (9)$$

$$DEP = \beta_0 + \beta_1POS_t + \mu \quad (10)$$

$$DEP = \beta_0 + \beta_1WEB_t + \mu \quad (11)$$

$$DEP = \beta_0 + \beta_1MOB_t + \mu \quad (12)$$

Where:

DEP = Number of depositor per 1,000 adults (proxy for financial inclusion)

ATM = Value of automated teller machine transactions

POS = Value of Point of Sale transactions

WEB = Value of web banking transactions

MOB = Value of mobile phone transactions

$\mu$  = error term

$\beta_0$  = Constant term

$\beta_1, \beta_2$  and  $\beta_3$  = Coefficient parameters of the independent variables.

By a priori,  $\beta_0 > 0, \beta_1 > 0, \beta_2 > 0, \beta_3 > 0$

### **3.4 ANALYTICAL TECHNIQUES**

The study employed the Ordinary Least Squares (OLS) technique in order to determine the impact of cashless policy on the Nigerian economy. To interpret the outcomes, this study used inferential statistics such as t-statistic, F-statistic, R-squared statistic and Durbin-Watson in order to establish the effect of the independent variables on the dependent variable.

## 4 RESULTS

**Table 1. Impact of Automated Teller Machine (ATM) Cashless Instrument on Number of Depositor per 1,000 Adults**

Variable	Coefficient	t-statistic	Prob.
LOG (ATM)	0.2758138	6.22	0.000
C	1.896822	12.43	0.000

Adjusted R-squared = 0.7901  
 Prob. (F-statistic) = 0.0002  
 DW-statistic = 1.621101

Source: Researcher's computation (2020) using STATA 13 software package

The result showed that there was a positive relationship between Automated Teller Machine (ATM) cashless instrument and number of depositors per 1,000 adults in Nigeria. From the result, 1 percent increase in the use of ATM led to 27.58 percent increase in the number of depositor per 1,000 adults in Nigeria. The probability value of ATM (0.000) was less than the test significant level (i.e.  $p < 0.05$ ). Thus, the researcher concluded that ATM cashless instrument had significant impact on the number of depositor per 1,000 adults in Nigeria. The coefficient of determination (adjusted R-squared) of 0.79 showed that 79 percent of variations in the number of depositor per 1,000 adults are attributed to the use of ATM cashless instrument. The model was significant, appropriate and reliable because the probability F-statistic (0.0002) was less than the test significant level (0.05). The Durbin-Watson statistic (1.62) lied within the acceptance region being that  $2 \leq DW < 4$  and this indicated that positive autocorrelation could be ignored.

**Table 2. Impact of Point of Sale (POS) Cashless Instrument on Number of Depositor per 1,000 Adults**

Variable	Coefficient	t-statistic	Prob.
LOG (POS)	0.1405862	10.75	0.000
C	2.512122	77.63	0.000

Adjusted R-squared = 0.9198  
 Prob. (F-statistic) = 0.0000  
 DW-statistic = 1.71551

Source: Researcher's computation (2020) using STATA 13 software package

The result showed that there was a positive relationship between Point of Sale (POS) cashless instrument and the number of depositors per 1,000 adults in Nigeria. From the result, 1 percent increase in the use of POS led to 14.06 percent increase in the number of depositor per 1,000 adults in Nigeria. The probability value of POS (0.000) was less than the test significant level (i.e.  $p < 0.05$ ). Thus, the researcher concluded that POS cashless instrument had significant impact on the number of depositor per 1,000 adults in Nigeria. The coefficient of determination (adjusted R-squared) of 0.92 showed that 92 percent of variations in the number of depositor per 1,000 adults are attributed to the use of POS cashless instrument. The model was significant, appropriate and reliable because the probability F-statistic (0.0000) was less than the test significant level (0.05). The Durbin-Watson statistic (1.72) lied within the acceptance region being that  $2 \leq DW < 4$  and this indicated that positive autocorrelation could be ignored.

**Table 3. Impact of Mobile Phone (MOB) Cashless Instrument on Number of Depositor per 1,000 Adults**

Variable	Coefficient	t-statistic	Prob.
LOG (MOB)	0.108639	8.10	0.000
C	2.602745	80.09	0.000

Adjusted R-squared = 0.8660  
 Prob. (F-statistic) = 0.0000  
 DW-statistic = 1.773755

Source: Researcher's computation (2020) using STATA 13 software package

The result showed that there was a positive relationship between mobile phone (MOB) cashless instrument and the number of depositors per 1,000 adults in Nigeria. From the result, 1 percent increase in the use of mobile phone cashless instrument led to 10.86 percent increase in the number of depositor per 1,000 adults in Nigeria. The probability value of MOB (0.000) was less than the test significant level (i.e.  $p < 0.05$ ). Thus, the researcher concluded that mobile phone cashless instrument had significant impact on the number of depositor per 1,000 adults in Nigeria. The coefficient of determination (adjusted R-squared) of 0.87 showed that 87 percent of variations in the number of depositor per 1,000 adults are attributed to the use of mobile phone cashless instrument. The model was significant, appropriate and reliable because the probability F-statistic (0.0000) was less than the test significant level (0.05). The Durbin-Watson statistic (1.77) lied within the acceptance region being that  $2 \leq DW < 4$  and this indicated that positive autocorrelation could be ignored.

**Table 4. Impact of Mobile web (WEB) Cashless Instrument on the Number of Depositor per 1,000 Adults**

Variable	Coefficient	t-statistic	Prob.
LOG (WEB)	0.2649191	4.72	0.001
C	2.314594	20.43	0.000

Adjusted R-squared = 0.6803  
 Prob. (F-statistic) = 0.0011  
 DW-statistic = 1.61462

Source: Researcher’s computation (2020) using STATA 13 software package

The result showed that there was a positive relationship between web (WEB) cashless instrument and the number of depositors per 1,000 adults in Nigeria. From the result, 1 percent increase in the use of web cashless instrument led to 26.49 percent increase in the number of depositor per 1,000 adults in Nigeria. The probability value of WEB (0.001) was less than the test significant level (i.e.  $p < 0.05$ ). Thus, the researcher concluded that web cashless instrument had significant impact on the number of depositor per 1,000 adults in Nigeria. The coefficient of determination (adjusted R-squared) of 0.68 showed that 68 percent of variations in the number of depositor per 1,000 adults are attributed to the use of web cashless instrument. The model was significant, appropriate and reliable because the probability F-statistic (0.0011) was less than the test significant level (0.05). The Durbin-Watson statistic (1.61) lied within the acceptance region being that  $2 \leq DW < 4$  and this indicated that positive autocorrelation could be ignored.

**5 DISCUSSION OF FINDINGS**

The study showed that all the measures of financial technology adopted in the study had positive and significant effects on financial inclusion (proxied by the number of depositors per 1,000 adults) in Nigeria. However, the elasticity of financial inclusion to cashless policy instruments varied. The responsiveness of financial inclusion to ATM cashless policy and web cashless policy instruments were larger than the responsiveness of POS cashless policy and mobile phone cashless policy instruments. This finding corroborates Ogbeide (2019) which found that changes in ATM and web cashless policy instruments led to greater changes in financial inclusion (proxied by number of commercial bank branches in the rural areas) in Nigeria. This finding might be attributed to high penetration of ATM and web instruments and their increased usage among individuals and corporate organizations, respectively. On the other hand, lower elasticity of financial inclusion to POS and mobile phone cashless policy instruments could be attributed to the excessive fees charged by POS agents and the fear of mobile phone theft associated with usage of POS and mobile phones, respectively.

**6 CONCLUSION**

The study evaluated the impact of cashless policy on financial inclusion in Nigeria. Cashless policy instruments adopted in the study were automated teller machine, Point of Sale, mobile phone and web (internet) while number of depositor per 1,000 adults was adopted as proxy for financial inclusion. Rather than investigating the ‘joint impact’ of cashless policy instruments on financial inclusion, this study investigated the ‘individual impacts’ of ATM, POS, mobile phone and web cashless policy instruments on the aforementioned variables on financial inclusion. Thus, simple regression technique was employed in carrying out the empirical analysis. Findings revealed that ATM, POS, mobile phone and web cashless instruments had significant impact on financial inclusion in Nigeria. However, the elasticity of financial inclusion to these cashless policy instruments varied with ATM and web cashless instruments having larger elasticity than POS and mobile phone cashless instruments. Despite the varying elasticities, the study concluded that cashless policy had significant impact on financial inclusion in Nigeria.

## 7 RECOMMENDATIONS

The study recommended as follows:

- Central Bank of Nigeria (CBN) should make policies aimed at compelling deposit money banks in Nigeria to establish more ATM points in major cities and rural areas as well as increase web transactions in Nigeria. In this way, financial inclusion in Nigeria would be enhanced.
- Central Bank of Nigeria (CBN) should make policies and strengthen guidelines to regulate the activities of POS operators in Nigeria in order to control how much they charge as service fees from users. This will increase the usage of POS as alternative means of payment and carrying out other financial transactions thereby enhancing financial inclusion in Nigeria.
- Commercial banks should fashion out ways of determining when a fraudulent transaction is been executed using a stolen mobile phone. Software can be installed by the banks as a way to achieve this.
- Government should fashion out ways of improving the nation's infrastructure so as to enhance the efficiency and effectiveness of the various cashless policy instruments.

## REFERENCES

- [1] Achor, P. N., & Anuforo, R. (2013). Shifting policy paradigm from cash-based economy to.
- [2] cashless economy. The Nigeria experience. *Afro Asian Journal of Social Sciences*, 4 (44).
- [3] Adu, C. A. (2016). Cashless Policy And Its Effects On The Nigerian Economy. *European Journal of Business, Economics and Accountancy*, 4 (2), 81-88.
- [4] Akhalumeh, P. B., & Ohiokha, F. (2012). Nigeria's cashless economy: The imperatives. *International Journal of Management and Business Studies*, 2 (2), 32-36.
- [5] Ajayi, L. B. (2014). Effect of cashless monetary policy on Nigerian banking industry: Issues, prospects and challenges. *International Journal of Business and Finance Management Research*, 2 (2), 29-41.
- [6] Ayoola, T. (2013). The effect of cashless policy of government on corruption in Nigeria. *International Review of Management and Business Research*, 2 (3), 682-690.
- [7] Chibueze, Z., Maxwell, O., & Osondu, M. (2013). Electronic banking and bank performance in Nigeria. *West African Journal of Industrial and Academic Research*, 6 (1), 171-187.
- [8] Bansal, S. (2014). Perspective of technology in achieving financial inclusion in rural India. *Procedia Economics and Finance*, 11, 472-480.
- [9] Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 1 (8), 319-339.
- [10] Ene, E. E., Abba, G. O., & Fatokun, G. F. (2019). The impact of electronic banking on financial inclusion in Nigeria. *American Journal of Industrial and Business Management*, 9, 1409-1422. [https://DOI: 10.4236/ajibm.2009..96092](https://doi.org/10.4236/ajibm.2009..96092).
- [11] Gabriel, T., & Rogers, E. M. (1962). *Diffusion of innovation*. The Free Press.
- [12] Gakii, P. G. (2012). Factors Determining Financial Inclusion: The Case of Mobile Money Transfer Services in Nairobi. Research Project Submitted to the School of Economics, University of Nairobi.
- [13] Itah, A. J. (2014). Impact of cashless banking on banks' profitability (Evidence from Nigeria). *Asian Journal of Finance and Accounting*, 6 (2), 362-376.
- [14] Odior, E. S., & Banuso, F. B. (2012). Cashless banking in Nigeria: Challenges, benefits and policy implications. *European Scientific Journal*, 8 (2), 12-16.
- [15] Oghojafor, B. E. A., Muo, IK., & Alaneme, G. C. (2013). Managing social change: The case of Central Bank of Nigeria's cashless policy. *Journal of Applied Finance and Banking*, 3 (2),.
- [16] Oginni, S. O., El-Maude, J. G., Mohammed, A., & Michael, E. O. (2013). Electronic Payment system and economic growth: A review of transition to cashless economy in Nigeria. *International Journal of Scientific Engineering and Technology*, 2 (9), 913-918.
- [17] Osazevbaru, H. O., Sakpaide, E., & Ibubune, R. O. (2014). Cashless policy and banks' profitability in Nigeria. *European Journal of Accounting and Auditing and Finance Research*, 2 (10), 1-12.
- [18] Osazevbaru, H. O., & Yomere, G. O. (2015). Benefits and challenges of Nigeria's cashless policy. *Kuwait Chapter of Arabian Journal of Business and Management Review*, 4 (9), 1-10.
- [19] Osuala, A. E. (2009). *Econometrics: Theory and Problems*. Toniprints Services Ltd.

- [20] Ovat, O. O. (2012). The Central Bank of Nigeria's cashless policy in Nigeria: Benefits and challenges. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 3 (14), 128-133.
- [21] Ugwuanyi, W., & Ugwuanyi, G. O. (2013). Evaluation of information technology (IT) investments on bank returns: Evidence from Nigerian banks. *Research Journal of Finance and Accounting*, 4 (4), 34-46.
- [22] World Bank (2018). *World Bank National Accounts*. Retrieved from <https://www.indexmundi.com.facts>.
- [23] Yaqub, J. O., Bello, H. T., & Adenuga, I. A. (2013). The cashless policy in Nigeria: Prospects and challenges. *International Journal of Humanities and Social Science*, 3 (3), 200-208.

## Les incidences des importations sur l'inflation en RD Congo de 1980 à 2016 : Une approche de co-intégration basée sur le Modèle Vectoriel à Correction d'Erreur (VECM)

### [ The impact of imports on inflation in the Democratic Republic of Congo from 1980 to 2016 : Using a co-integration approach based on Vector Error Correction Model (VECM) ]

Lisele Shuwa Jean Paul<sup>1</sup> and Piva Asaloko Prince<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculté des Sciences Economiques et de Gestion, Université de Kisangani, Kisangani, Tshopo, RD Congo

<sup>2</sup>Faculté des Sciences Economiques et de Gestion, Université de Yaoundé II- SOA, Yaoundé, Cameroun

---

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** This article aims to assess the impact of imports on inflation in the Democratic Republic of Congo from 1980 to 2016. Using a vector-error-correction model (VECM), the results show that: Imports induce the level of inflation in the DRC; Moreover, inflation is also explained by the money supply, the long-term exchange rate, economic growth and the budget deficit in the short and long term; Moreover, an innovation in the standard deviation of the inflation rate of the order of one unit (a positive shock) generally results in a positive effect on its values during the period under consideration; this is not the case for the exchange rate and the economic growth rate, which are negatively affected by the said shock during the same period.

**KEYWORDS:** Monetary policy, money supply, imported inflation, error-correction vector model, budget deficit.

**RESUME:** Cet article vise à évaluer les incidences des importations sur l'inflation en République Démocratique du Congo de 1980 à 2016. En utilisant un modèle à correction d'erreur vectoriel (VECM), les résultats révèlent que: Les importations ont induit le niveau d'inflation à la hausse en RDC; Par ailleurs, l'inflation est aussi expliquée par la masse monétaire, le taux de change à long terme, la croissance économique et le déficit budgétaire à court et long terme. En outre, une innovation dans l'écart type du taux d'inflation de l'ordre d'une unité (un choc positif) se traduit généralement par un effet positif sur ses valeurs durant la période prise en considération; ce qui n'est pas le cas sur le taux de change et le taux de croissance économique lesquels sont affectés négativement par ledit choc durant la même période.

**MOTS-CLEFS:** Politique monétaire, masse monétaire, inflation importée, modèle vectoriel à correction d'erreur, déficit budgétaire.

## 1 INTRODUCTION

L'inflation reste un phénomène mal perçu pour la plupart des pays en développement, étant donné la complexité de l'évaluation de ses multiples coûts dans une économie. A cela, plusieurs auteurs partagent ce point de vue notamment [1] affirme que « *les coûts de l'inflation sont mal connus* » et [2] soutient que « *l'évaluation des coûts imposés par l'inflation n'est pas aussi simple qu'il paraît* ». Depuis les années 70, l'on constate une accélération de l'inflation dans la plupart des pays

industrialisés qu'en développement. Toutefois, l'ouverture des frontières et la généralisation du flottement des monnaies vont, à partir de cette décennie, contribuer à une mondialisation et à une uniformisation des taux d'inflation parmi les grands pays industrialisés. Mais cette tendance inflationniste sera renversée dans la plupart de ces pays vers le milieu des années 1980.

En effet, l'inflation demeure l'un des paramètres majeurs perturbant l'économie de la République Démocratique du Congo malgré ses multiples ressources faisant d'elle un scandale géologique et ses richesses en sol et sous-sol, l'économie congolaise reste extravertie, très exposée aux chocs extérieurs et l'une des économies faibles de la région d'Afrique subsaharienne. De ce fait, le rapport du FMI atteste qu'en République Démocratique du Congo, l'inflation a atteint des niveaux catastrophiques de 8,800% en 1993 contre 6000% en 1994 et pour chuter nettement à 370% en 1995. Mais la nouvelle guerre de 1998, interrompt ces efforts, provoquant ainsi une nouvelle hausse des prix.

De ce qui précède, le savoir économique regorge plusieurs débats des retombées de la politique monétaire sur l'activité économique. Sur le plan théorique, les néoclassiques soutiennent que la monnaie n'a aucune influence sur les variables réelles, elle serait donc neutre; ainsi toute action monétaire est sans effet sur l'activité économique et conduit uniquement à l'inflation. Cette position est formalisée par [3] dans la théorie quantitative de la monnaie. Par contre [4], démontre que les économies modernes sont marquées par l'incertitude. Pour lui, la monnaie est active et doit répondre aux besoins de l'économie. Il fonde donc la possibilité d'une politique monétaire expansionniste pour stimuler l'activité économique. L'analyse Keynésienne sera quelque peu nuancée par l'école monétariste et notamment [5] pour qui, les effets de la politique monétaire ne sont que transitoires, elle donc neutre à long terme. Il préconise donc une politique monétaire fondée sur des règles strictes arrimant la croissance de la masse monétaire à la croissance de la production.

Ce débat va se prolonger sur le plan empirique par plusieurs études en l'occurrence, celle de [6], analysant l'origine de l'inflation congolaise pendant tout le processus inflationniste des années 90. Il ressort de cette étude que les facteurs non monétaires qui sont à la base de l'inflation pendant les années 1990. En outre, [7], analyse quelques aspects de la politique monétaire de la Banque Centrale du Congo (BCC) et ses effets sur l'économie nationale qui s'est employé à critiquer d'une manière synthétique quelques aspects ayant trait à la politique monétaire de la BCC et son impact sur l'économie réelle. A l'issue de ses investigations, il conclut que la BCC aïe perdu son autonomie dans la conduite de la politique monétaire et la maîtrise de ses instruments, la masse monétaire s'est accrue d'une manière spectaculaire de 150% à 493% entre 1998 et 2003; les déficits budgétaires ont été financés essentiellement par la création monétaire sans contrepartie (planche à billet) avec comme conséquence l'inflation galopante; la croissance est restée négative pendant la période sous étude, en 1998 la récession a été de l'ordre de -1,7% et en 1999 de -4,3% avant de chuter encore en 2000 de -6,2% plongeant ainsi le pays dans une instabilité économique politique sans pareil. Par ailleurs, [8], traite une question sur la politique de l'autorité face à la dépréciation du CDF: enjeux et conséquences, sa préoccupation majeure était de ressortir les causes de l'inefficacité de la politique monétaire en RDC ainsi que les conséquences que court l'économie nationale. Il a abouti aux résultats selon lesquels, l'inefficacité de la politique monétaire était due à la politique de démonétisation car avant ce système c'est-à-dire avant 2001, l'année de la mise en place de la dite politique, la monnaie nationale était stable et la politique monétaire de la BCC était efficace; le taux d'appréciation de CDF était passer de 744,5% à 527,5% en 2001; de 16,7% en 2002; de -9,9% en 2003; 17,9% en 2004; -6,4% en 2005; 16,6 en 2006; -4,7% en 2007; 16,2% en 2008 et 32,5% en 2009 traduisant l'instabilité de la politique monétaire en RDC, en ce qui concerne les conséquences sur l'économie nationale, il y a notamment l'instabilité monétaire qui conduit inévitablement à la démonétisation de la monnaie nationale.

Des développements ci-haut, une question émerge: Quelle est l'incidence des importations sur l'inflation en République Démocratique du Congo ? Ainsi, l'objet de cet article est d'évaluer les incidences des importations sur l'inflation en République Démocratique du Congo de 1980 à 2016. A la suite de l'introduction, l'article est organisé comme suit: La section 2 présente les matériels et méthodes. Les résultats sont présentés à la section 3. La section 4 présente la discussion de résultats et la section 5 conclut.

## **2 MATERIEL ET METHODES**

### **2.1 CHOIX DE MODELE**

Dans cette étude, il est généralement question de montrer comment l'importation induit le niveau d'inflation en RDC. Pour ce faire, nous avons fait recours à un modèle économétrique dont les données ont été analysées à l'aide du logiciel *Eviews 10*. Ainsi, pour spécifier les variables macroéconomiques induisant l'inflation, la littérature retient plusieurs types des modèles notamment les modèles VAR, VECM, les modèles factoriels dynamiques, les modèles structurels (Nouvelle courbe de Phillips Hybride, NKPC), les modèles PSTR, les modèles DSGE, les modèles GPM, etc. [9].

Notre choix a été porté sur l'approche de co-intégration<sup>1</sup> de [10] basée sur le modèle vectoriel à correction d'erreur (VECM). Ce modèle a l'avantage non seulement d'intégrer les fluctuations de court terme d'un certain nombre d'indicateurs tout en s'assurant de la convergence des sentiers de croissance de ces derniers sur le long terme au travers une force de rappel, mais encore il permet de bien identifier les capacités prédictives d'un indicateur à travers l'analyse de la décomposition de la variance.

## 2.2 DONNEES ET SOURCES

Les données que nous présentons portent sur les agrégats macroéconomiques de la RDC et sont issues de la Banque mondiale ([www.worldbank.org](http://www.worldbank.org), 2018) et de la Banque Centrale du Congo (2018) pour les données manquantes. Les données utilisées pour ce fait sont notamment: l'inflation **INF**, l'importation **IMP**, la masse monétaire **MM**, le taux de change **TCH**, le taux de croissance économique **TC** et le déficit budgétaire **DB**. Elles sont subdivisées en **variables d'intérêt** (inflation **INF** et l'importation **IMP**) et en **variables de contrôle** (masse monétaire **MM**, taux de change **TCH**, taux de croissance économique **TC** et déficit budgétaire **DB**).

## 2.3 MODÈLE THÉORIQUE ET EMPIRIQUE

La présente étude s'appuie sur le modèle développé par [11], [12] et la forme simplifiée de ce modèle dans le cadre de spécificités de la RDC telle que synthétisé par [13] se présente de la manière suivante:

$$INFL_t = a + \beta_1 DF_t + \beta_2 M2_t + \beta_3 TCE_t + \beta_4 PIB_t + \varepsilon_t$$

avec  $INFL_t$ : Le taux d'inflation;  $DF_t$ : Le taux de croissance de la consommation publique utilisé comme proxy du déficit budgétaire;  $M2_t$ : La croissance de la masse monétaire;  $TCE_t$  L'indice du taux de change; et  $PIB_t$  Le taux croissance de l'économie.

## 2.4 SPECIFICATION DU MODELE

Notre modèle pour des fins d'estimation est inspiré de la récente contribution de [13] auquel nous avons ajouté les importations pour atteindre notre objectif. Il se présente comme suit:

$$INFL_t = \beta_0 + \beta_1 LIMP_t + \beta_2 LMM_t + \beta_3 TCH_t + \beta_4 TC_t + \beta_5 DB_t + \varepsilon_t$$

Où :  $LINF_t$ : Le taux d'inflation. Cet indicateur est utilisé par toutes les Banques Centrales pour définir la stabilité des prix;  $LIMP_t$ : est le volume des importations des biens et services;  $LMM_t$ : la masse monétaire. Cette variable est traditionnellement considérée comme un indicateur avancé de l'inflation conformément aux enseignements de la théorie quantitative de la monnaie;  $TCH_t$ : L'indice du taux de change. C'est un indicateur par lequel les chocs externes influent sur le niveau de l'inflation. Le suivi de cet indicateur dans une petite économie ouverte à régime de change flexible semble intéressant pour l'orientation de la politique monétaire;  $TC_t$ : le taux de croissance de l'économie;  $DB_t$ : le solde budgétaire utilisé comme proxy du déficit budgétaire afin de mieux mesurer l'impact de la politique budgétaire sur l'inflation et enfin  $\varepsilon_t$  est le terme d'erreur. En dépit de ce qui précède, il est postulé la spécification VECM suivante dans la présente étude:

$$\Delta X_t = \sum_{i=1}^{p-1} \beta_i \Delta X_{t-i} + \pi X_{t-1} + \varepsilon_t$$

Avec  $X_t = (LINF_t, LIMP_t, LMM_t, TCH_t, TC_t, DB_t)^T$  soit le vecteur des variables où  $T$  désigne la transposé de  $X_t$

$\pi X_{t-1}$ : désigne la dynamique de long terme. La matrice  $\pi$  permet de décrire les effets de long terme. A partir de la procédure de [10] la matrice  $\pi$  peut être réécrite sous la forme  $\pi = \alpha \beta^T$  où la matrice  $\alpha$  est la force de rappel vers l'équilibre, il doit être significatif et nécessairement compris entre  $-1$  et  $0$ . Elle mesure la vitesse d'ajustement aux équilibres de long terme et

<sup>1</sup> Ce choix est justifié par le fait que la littérature économique récente concernant la théorie de l'équilibre démontre qu'une série macroéconomique stationnaire peut être le résultat d'une combinaison de variables non stationnaires, d'où l'importance actuelle de l'analyse de la cointégration à  $k$  variables

$\beta^T$  constitue le vecteur de cointégration. Il s'agit donc de la matrice dont les éléments sont les coefficients des relations de long terme des variables.  $\varepsilon_t$ : vecteur des erreurs;  $\Delta$ : opérateur de différence première; et  $\beta_i$  et  $\pi$  désignent respectivement les matrices des coefficients de court terme et long terme.

## 2.5 ANALYSE STATISTIQUES DES VARIABLES

### 2.5.1 STATISTIQUES DESCRIPTIVES

Tableau 1. Etude statistique des variables

	LINF	LIMP	LMM	TCH	TC	DB
Mean	3.911250	22.24320	15.57161	290.3068	1.210802	-2.351081
Median	3.602768	22.05293	20.55010	1.606660	2.350524	-0.860000
Maximum	10.07631	24.05642	29.29019	1010.303	9.470288	2.980000
Minimum	-0.295447	20.81269	-4.545732	9.33E-12	-13.46905	-15.85000
Std. Dev.	2.317745	0.902026	12.98335	377.8619	5.646839	4.246165
Skewness	0.515389	0.411372	-0.433179	0.806806	-0.753576	-1.710310
Kurtosis	3.138822	2.409131	1.476294	2.014335	2.857852	5.348336
Jarque-Bera	1.667734	1.581800	4.736397	5.511887	3.533054	26.54029
Probability	0.434366	0.453436	0.093649	0.063549	0.170926	0.000002
Sum	144.7162	822.9985	576.1495	10741.35	44.79968	-86.99000
Sum Sq. Dev.	193.3899	29.29145	6068.429	5140065.	1147.925	649.0770
Observations	37	37	37	37	37	37

Source: nos analyses sur base du logiciel Eviews10

Il ressort de la lecture de ce tableau que toutes les séries prises en niveau (à l'exception de la série DB) suivent une loi normale de distribution du fait que leurs probabilités associées à la statistique de Jarque Bera sont supérieures au seuil de 5 %. Il s'observe également que nos variables ont connu une moyenne annuelle respectivement de 3,91 % pour le taux d'inflation, 22,24 millions de dollars pour les importations, 15,57 millions de dollars la masse monétaire, 290, 31 CDF pour le taux de change, 1,21% pour le taux de croissance et -2,35% du PIB pour le solde budgétaire durant la période sous examen.

### 2.5.2 ANALYSE DE LA CORRELATION

Dans ce point, nous voulons mettre en évidence les corrélations linéaires existant entre le taux d'inflation et d'autres variables du modèle.

Tableau 2. Matrice de la corrélation des variables sous étude

Variables	LINF	LIMP	LMM	TCH	TC	DB
LINF	1.000000	-0.801966	-0.394310	-0.744321	-0.814867	-0.540376
LIMP	-0.801966	1.000000	0.536403	0.866742	0.690289	0.329156
LMM	-0.394310	0.536403	1.000000	0.754663	0.362960	0.337421
TCH	-0.744321	0.866742	0.754663	1.000000	0.669833	0.406215
TC	-0.814867	0.690289	0.362960	0.669833	1.000000	0.710371
DB	-0.540376	0.329156	0.337421	0.406215	0.710371	1.000000

Source: nos analyses sur base du logiciel Eviews10

Il ressort que le taux d'inflation est fortement corrélé et donc aussi négativement avec d'autres variables du modèle durant la période sous étude.

### 3 RESULTATS

Pour ne pas tomber dans le risque d'estimer des relations « fallacieuses » et d'interpréter les résultats de manière erronée, il s'avère nécessaire de passer par une analyse préliminaire des données c'est-à-dire procéder au test de stationnarité et de Co-intégration.

#### 3.1 LA STATIONNARITE DES VARIABLES

Tableau 3. Test de racine unitaire (test de stationnarité des variables)

Variables	ADF	Variables à niveau			Variables en différence première			Décision
		(3)	(2)	(1)	(3)	(2)	(1)	
LINF	-6,847***	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	I (1)
LIMP	-4,894***	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	I (1)
LMM	-3,300***	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	I (1)
TCH	-3,116***	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	I (1)
TC	-5,623***	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	I (1)
DB	-7,202***	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	I (0)

Source: nos analyses sur base du logiciel Eviews10.

Légende: (\*\*\*) indique que les variables sont stationnaires au seuil de 1%. (3), (2) et (1) désignent respectivement le modèle avec trend et intercept, le modèle avec intercept et enfin le modèle sans trend ni intercept.

Toutes les variables sont stationnaires à la 1<sup>ère</sup> différence pour un modèle sans tendance ni terme constant à l'exception de la variable DB qui est stationnaire à niveau pour un modèle avec tendance et terme constant. Vu que toutes les variables (à l'exception de la variable DB) sont intégrées d'ordre I, il existe alors un risque de co-intégration.

#### 3.2 ANALYSE DE LA COINTEGRATION

Pour tester la cointégration de nos séries, nous avons utilisé l'approché de [10]. En effet, cette approche permet d'identifier la relation d'équilibre de long terme entre deux ou plusieurs variables intégrées d'ordre différent en recherchant l'existence d'un vecteur de co-intégration, c'est-à-dire s'assurer de la convergence des sentiers de croissance des variables sur le long terme.

Tableau 4. Résumé du test de cointégration de Johansen

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)				
Hypothesized		Trace	0.05	
No. of CE (s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.833443	127.0496	83.93712	0.0000
At most 1 *	0.561807	64.31489	60.06141	0.0209
At most 2	0.383625	35.43653	40.17493	0.1384
At most 3	0.323555	18.50003	24.27596	0.2248
At most 4	0.127730	4.818371	12.32090	0.5931
At most 5	0.001011	0.035387	4.129906	0.8777
Trace test indicates 2 cointegratingeqn (s) at the 0.05 level				
* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level				
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values				

Sources: test effectué à l'aide du logiciel Eview 10.

Le test de cointégration effectué indique la présence de deux relations d'équilibre à long terme parce qu'on obtient deux valeurs statistiques de la trace supérieures aux valeurs critiques au seuil de 5%. Étant donné que le vecteur de cointégration n'est pas unique, la méthode d'Engel-Granger n'est plus valide et les estimateurs des MCO ne sont plus consistants quels que soient les vecteurs de cointégration. Nous devons, dans ce cas, faire appel à la représentation vectorielle à correction d'erreur (VECM, « Vector Error Correction Model ») qui est estimée par la méthode du maximum de vraisemblance [10].

### 3.3 RESULTATS DE L'ESTIMATION DU MODELE

Notons que les résultats présentés dans les tableaux ci-dessous sont ceux d'un VECM partiel du fait que les variables TCH et TC sont faiblement exogènes d'après le test de contrainte portant sur les coefficients de la force de rappel.

**Tableau 5. Les résultats de l'estimation du VECM partiel**

	Variables	ΔLINF	
		Coefficients	t-de student
Long Terme	Force de rappel	-0,5158861	(-2,81436)
	LIMP	0,13588987	
	LMM	0,00129762	
	TCH	-0,00055476	
	TC	-0,22780668	
	DB	0,14198411	
Court Terme	ΔLIMP	-0,880694	(-1,27138)
	ΔLMM	-0,245998	(-1,16212)
	ΔTCH	-0,007312	(-2,08167)
	ΔTC	0,057861	(0,65199)
	ΔDB	-0,173808	(-2,99275)

Source: nous même à partir du logiciel Eviews10  
 $R^2 = 0,55$ ;  $R^2_{adj} = 0,44$ ;  $F_{stat} = 4,8028$

Globalement, le modèle estimé est significatif au regard de la valeur de la statistique F de Fisher. La valeur de  $R^2_{adj}$  indique que 44% des fluctuations de l'inflation au cours de la période sous étude sont expliquées par les variables du modèle. Ainsi, les six résidus issus de chaque équation sont des bruits blancs d'après la Q-statistique de Ljung-Box:

Première équation:  $Q(16) = 17,235$  ( $\alpha = 0,371$ ); Deuxième équation:  $Q(16) = 9,2663$  ( $\alpha = 0,902$ ); Troisième équation:  $Q(16) = 11,109$  ( $\alpha = 0,803$ ); Quatrième équation:  $Q(16) = 13,501$  ( $\alpha = 0,636$ ); Cinquième équation:  $Q(16) = 15,832$  ( $\alpha = 0,465$ ) et Sixième équation:  $Q(16) = 13,318$  ( $\alpha = 0,649$ )

Enfin, le coefficient de la force de rappel est négatif et statistiquement significatif. Il est compris entre -1 et 0. Ce qui indique que l'inflation s'ajuste à une vitesse de 51% par rapport à son niveau d'équilibre suite à tout choc provenant des variables exogènes. On s'aperçoit donc que le choc se résorbe entièrement au bout d'environ  $(1/0,51)$  soit 1,96) deux ans.

La spécification VECM étant validée, à long terme il ressort de la lecture du tableau ci-dessus que les variables importations, masse monétaire et déficit budgétaire influencent positivement l'inflation tandis que les variables taux de change et taux de croissance économique influencent négativement le taux d'inflation. Autrement dit, toutes choses restant égales par ailleurs, une augmentation d'une unité de l'importation, de la masse monétaire, du déficit budgétaire, du taux de change et du taux de la croissance économique entraîne respectivement l'augmentation du taux d'inflation de **0,13588987%**, **0,00129762%**, **0,14198411%** et une baisse du taux d'inflation de **0,00055476%** et **0,22780668%**.

À court terme, seuls le taux de change et le déficit budgétaire influencent significativement et de manière négative le taux d'inflation vu la valeur de la statistique de Student associée à chacun des coefficients de ces deniers. Ainsi, toute augmentation d'une unité du taux de change et du déficit budgétaire entraîne respectivement une baisse du taux d'inflation de **0,007312%** et de **0,173808%**.

#### 4 DISCUSSIONS DES RESULTATS

De par nos analyses, il ressort que la masse monétaire présente un coefficient positif et statistiquement significatif seulement à long terme au seuil de 5%. Ce résultat révèle qu'un accroissement de 1% de la masse monétaire se traduit par une augmentation de **0,00129762%** du niveau de prix. Il s'ensuit alors qu'à long terme le processus inflationniste en RDC est expliqué par l'expansion monétaire conformément à la prédiction théorique. Ce résultat corrobore à ceux obtenus par [14], [15], [16], [17] et [13] respectivement en Allemagne, Suède, Finlande, Burundi et RDC.

Le coefficient du taux de croissance économique est affecté d'un signe négatif à court et à long terme et est statistiquement significatif au seuil de 5%. On s'aperçoit alors qu'en RDC, l'inflation affecte négativement la croissance économique. Ce résultat traduit l'existence d'un phénomène caractérisé par une stagflation, c'est-à-dire la coexistence d'une inflation persistante et de la baisse du niveau de production. De ce fait, les fluctuations récurrentes de l'inflation ont généré un taux d'inflation moyen très élevé jusqu'à nuire l'économie en ne favorisant pas l'investissement et l'épargne conformément à ce que pensent [18]. Dans cette optique, [19] a expliqué cette situation pour le cas de Burkina-Faso par la substitution entre les actifs réels (tels que les biens durables et autres objets de valeur) et les avoirs monétaires. A cause certainement du faible taux d'inflation dans la zone et de la crédibilité que les agents accordent à la politique monétaire, les ménages Burkinabè ont tendance à choisir plus d'actifs monétaires que d'actifs réels lorsque le niveau de leurs revenus est élevé; ce qui a pour conséquence de baisser le niveau d'inflation.

La relation entre l'inflation et le déficit budgétaire est négative à court terme et positive à long terme. Son influence positive est significative au seuil de 5%. Il apparaît donc qu'un accroissement de 1% du déficit budgétaire à long terme entraîne une augmentation de **0,14198411%** de l'inflation. Ce résultat trouve sa justification dans le recours accru à la monétisation du déficit budgétaire qui demeure un des facteurs très aggravant de l'inflation en RDC. Cette conclusion corrobore avec les résultats obtenus par [20] pour le cas de la Guinée. A court terme, cette situation peut s'expliquer par l'augmentation des dépenses publiques afférentes à d'autres fins n'ayant pas d'effet sur le secteur réel (par exemple financement de la guerre, l'éléphant blanc).

L'importation a une incidence positive sur l'inflation à long terme qui peut être due à l'inflation importée, c'est-à-dire que la hausse des prix dans les pays industrialisés s'est étendue à presque tous les pays avec lesquels ils ont des relations commerciales. Ce résultat est similaire à celui de [19] pour le cas de Burkina-Faso. Cette dernière estime que cette situation est normale pour le Burkina-Faso qui importe une grande partie de ses biens et services. La quasi-totalité des biens manufacturiers est importée ainsi que les biens d'équipement et les produits pétroliers. Cette situation est quasiment la même pour la RDC et corrobore également au résultat obtenu par [21] pour le cas de Nigéria.

Concernant le taux de change, les analyses ont montré une relation inverse entre le taux de change et l'inflation. En effet, les conséquences des variations du taux de change sur l'inflation dépendent de plusieurs facteurs. Si la dépréciation du taux de change coïncide avec une baisse de la demande globale, ses effets à court terme sur les prix à la consommation seront annulés, en tout ou en partie, par ceux de la baisse de la demande. Comme on l'a vu précédemment, la hausse du prix des intrants importés entraîne une augmentation des prix. La hausse de prix devrait normalement être renforcée par l'effet indirect de l'augmentation de la demande. Cependant, une baisse simultanée de la demande globale viendrait contrecarrer ces effets. S'il s'agit d'une fluctuation temporaire de la demande, il se peut que l'effet de taux de change ne soit que reporté, le temps que la demande revienne à sa situation initiale.

#### 5 CONCLUSION GENERALE

En abordant cette thématique, notre préoccupation majeure était celle de savoir comment les importations peuvent induire le niveau d'inflation en RDC durant la période sous examen. Pour y parvenir, le choix était porté sur un modèle à correction d'erreur vectoriel et les principales conclusions montrent que: Les importations induisent le niveau d'inflation à la hausse en RDC durant la période sous examen. Par ailleurs, l'inflation est aussi expliquée par la masse monétaire, le taux de change à long terme, la croissance économique et le déficit budgétaire à court et long terme.

En outre, une innovation dans l'écart type du taux d'inflation de l'ordre d'une unité (un choc positif) se traduit généralement par un effet positif sur ses valeurs durant la période prise en considération; ce qui n'est pas le cas sur le taux de change et le taux de croissance économique lesquels sont affectés négativement par ledit choc durant la même période; un choc positif sur le taux d'inflation se traduit par un effet positif sur la masse monétaire pendant les deux premières années pour devenir négatif par la suite; un choc positif sur le taux d'inflation affecte négativement le déficit budgétaire pendant les deux premières années pour devenir positif pour les dernières années.

Au regard de ces résultats, il a été recommandé d'institutionnaliser les politiques fixant le taux d'intérêt à un niveau permettant d'encourager les investissements et d'accroître le niveau de production, de réduire les importations en RDC de manière à ne pas inciter les consommateurs à modifier leur goût. Toutefois, la présente étude n'a pas prétendu traiter toutes les questions liées à l'inflation. Dès lors, il est possible d'envisager un prolongement de cette étude en utilisant un modèle plus élargi (modèle DSGE) pouvant améliorer, compléter et affiner les présents résultats.

## REFERENCES

- [1] ROMER P.M. (1997), *Macroéconomie approfondie*, McGraw-Hill-Ediscience,.
- [2] MANKIW N.G., (2001), " The inexorable and mysterious tradeoff between inflation and unemployment", *economic journal*, v111 (471, may), 45-61.
- [3] FISHER, I., (1911), "Growth, macroeconomics and development", NBER, *Macroeconomics annual*, n°6 pp.329-364.
- [4] KEYNES, J., M., (1936), *Théorie générale de l'emploi, de l'intérêt et de la monnaie*, Ed. Payot, Paris.
- [5] FRIEDMAN, M., (1968), « Le rôle de la politique monétaire », *the american economic review*, Vol. LVIII.
- [6] MUKADI, C., (2010), « RDC: l'inflation n'est que monétaire ? », *Libre Afrique*.
- [7] NGANDI, L. (2010), *L'analyse de quelques aspects de la politique monétaire de la banque centrale du Congo et ses effets sur l'économie nationale*, Université de Kisangani/FSEG.
- [8] LISIMO, N., (2014), *La politique de l'autorité face à la dépréciation du CDF: enjeux et conséquences*, Université de Kisangani/FSEG.
- [9] DIOP M. B. (2011), « un modèle de prévision de l'inflation à moyen terme dans l'UEMOA: une approche DSGE », *Document de Travail N° DT/11/03*.
- [10] BOURBONNAIS, R., *Econométrie*, 9e édition, duo, 2015, paris.
- [11] STOCK J.H. et M.W. WATSON, "Forecasting Inflation", *Journal of Monetary Economics*, Vol. 44, 1999.
- [12] KOZICKI S. (2001), « Why Do Central Banks Monitor so many inflation indicators? », *Federal Reserve Bank of Kansas City, Economic review*, Third quarter.
- [13] MUGANZA, H, N. (2014), *Les indicateurs avancés de l'inflation en RDC*, *Annales de l'UEA*, n°5, vol. 4, 4 (5), pp. 23 – 40. Hal-01202369.
- [14] BRANA S., (1999), « Politique monétaire et indicateurs avancés d'inflation: analyse dans une perspective européenne », *Cahier Economiques de Bruxelles*, n° 163, 3ème Trimestre, pp 299 – 323.
- [15] BAUGMGARTNER, J et RAMASWAMY R, (1996), « Inflation targeting in the united kingdom: information content of financial and monetary variables », *Working Papers*, n°96/44, FMI.
- [16] MUHLEISEN M., (1995), « Monetary Policy and inflation indicators for Finland », *Working Papers*, n°95/115, FMI.
- [17] BARARUZUNZA F. (2009), « Fondements réels et monétaires de l'inflation au Burundi », IDEC, Burundi.
- [18] NDIAYE et al. (2012) « incertitude de l'inflation et croissance économique: le cas de l'UEMOA », *Working paper halshs-00828156*, HAL.
- [19] ZONON, A., (2003), *les déterminants de l'inflation au Burkina Faso*, CAPES, Document de travail n°02/2003.
- [20] SYLLA F. et al (2007), « la dynamique de l'inflation en Guinée », *Institut Monétaire de l'Afrique de l'ouest*.
- [21] OLATUNJI (2010), *The impact of oil price regimes on construction cost in Nigeria*.

## The Microbiological Quality of Commercialized Food Products in Northwest of Morocco

*Insaf Ghailani<sup>1</sup>, Adnane Louajri<sup>1</sup>, Asmae Zawjal<sup>2</sup>, El Ouardy Khay<sup>3</sup>, and Said Barrijal<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Laboratoire de Biologie Appliquée et Pathologie (LBAP), Faculté des Sciences, Tétouan (FS), Université Abdelmalek Essaadi, Morocco

<sup>2</sup>Laboratoire régional de diagnostic épidémiologique et d'hygiène du milieu (LRDEHM), Tétouan, Morocco

<sup>3</sup>Laboratoire de Biologie et Santé (LBS), Faculté des Sciences, Tétouan (FS), Université Abdelmalek Essaadi, Morocco

<sup>4</sup>Laboratoire Valorisation Biotechnologique des Microorganismes, Génomique et Bioinformatique, Faculté des Sciences et Techniques, Tanger (FST), Université Abdelmalek Essaadi, Morocco

---

Copyright © 2020 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 microbiological quality analysis of 914 samples of food products, taken at restaurants and food outlets the most vulnerable to human health in the Tetouan region (Northwest of Morocco) between 2012 and 2017, were conducted at the Regional Laboratory for Epidemiological Diagnosis and Environmental Health. This analysis showed that the rate of non-compliance of different food categories reached 77.8% during 2012, and then it dropped to a percentage of 60.5% in 2014, and a rate of 62.5% during the year 2017. This non-compliance affected all the food categories studied, but it varies according to the type of food. Meat products and raw vegetables are the most contaminated, with a rate of non-compliance of 80.75% and 81.81% respectively, followed by dairy products with a rate of 63.47%, and ready meals with 60 %.

**KEYWORDS:** Food restaurants, food outlets, microbiological quality, Northwest of Morocco.

### 1 INTRODUCTION

The way of life in developed countries and developing countries such as Morocco has evolved for several decades. This evolution has significantly modified dietary habits [1]. Despite the success of our modern societies in the control of major infectious problems, they find themselves in difficulty, faced with some aspects of food hygiene [1], especially in Africa; food hygiene represents a public health problem.

In developing countries, fast food, canteens and institutional catering are becoming inevitable in the current urban development scheme [2]. In Morocco, because of rapid urbanization and the changing people's eating behavior, this type of food is becoming more and more widespread in society, so meals served in sales outlets and restaurants can be the source of collective food poisoning if hygienic precautions are not taken into consideration [3].

Foodborne illness is a public health problem for both industrialized and developing countries. In the latter case, the management of these diseases is obviously heavy, hence the need to improve surveillance programs and to set up a standard practice for this type of poisoning [4], especially the number of declared cases is below reality. This problem is common to all developing countries. The comparison of national data with data from the American Association of Poison Control Centers shows per 100 000 inhabitants in the USA there are 46 times more reports than in Morocco, with a very big difference between reporting methods [5].

The highest number of food poisoning cases in 2011 was registered in the Marrakech-Tansift-Al Hour (western region), which has more than 1400 active declarations, and more than 250 passive declarations cases, followed by the region of Sousse-Massa-Draa, the eastern region and the Doukkala-Abda (center region) [17]. The region of Tangier-Tetouan is ranked fifth in

the country, with more than 100 active cases, and the number of passive declarations does not exceed 100 cases [5]. While in 2016, the Tangier-Tetouan-Al Hoceima region, ranked first nationally in the number of reported cases (107.4 per 100 000 population), is 19.45%, followed by the Marrakech-Safi region (17.57%), Rabat-Sale-Kenitra (83.6 per 100 000 inhabitants) or (15.35%), and the Fes-Meknes region (14.39%) [15], [24]. These statements concern all types of intoxication.

Food poisoning is the third leading cause of intoxication nationwide with 17.2% among all causes. The reporting rate in the period between 2014 and 2016 is 16.63% in 2014, 19.38% during the year 2015, and 17.2% during the year 2016, with a case fatality rate of 0.3%, 0.2%, 0.1% respectively [6].

The Moroccan Poison Control Center (CAPM) recorded 2 723 cases of foodborne illness during 2016, of which 53.5% are cases of collective food poisoning. The most widely implicated foods were composite foods (12.0%), meat and meat products (7.2%), fruits and vegetables (6.2%) and dairy products (5.5%) [7]. The collective food poisoning affects all regions of Morocco, with a clear predominance in urban areas. The majority of episodes occur during the summer. The severity of the episodes is usually judged by the percentage of hospitalization cases that appear high 32% on average for the period 2008-2016. The case fatality rate remains low 0.40%. However, in 85% of cases, the confirmation could not be made [7].

In France, the mandatory declaration of collective food poisoning revealed a considerable increase in the number of outbreaks reported between 2005 and 2010. Between 2006 and 2010, the number of outbreaks of collective food poisoning in France increased significantly, reaching 116.4% increase in 2009 [8]. TIACs with unknown pathogens accounted for 18.7%, and collective food poisoning for which the offending food was unknown, 26.6% of all outbreaks between 1996 and 2004. Over the same period, collective food poisoning outbreaks in commercial catering, accounted for 23.2% of households during the study period [8].

Failure conditions and hygiene, and lack of training of officer catering sector, are often the main causes of food poisoning, for compliance against the rules of hygiene and good practices within restaurants and point-of-sale convenience stores help prevent most of these intoxications.

Considering the significant increase of cases of collective food poisoning in the region of Tetouan, surveillance and epidemiological checks carried out by the regional laboratory of epidemiological diagnosis and environmental hygiene of Tetouan during the period of 2012-2017, on four food categories: ready meals, Dairy products, meat products, and raw products. A total of 914 food samples were analyzed, and the desired parameters are enumeration of total flora, total and faecal coliforms, staphylococci, Anaerobic Sulfite-Reducing bacteria, *Salmonella* and *Listeria monocytogenes*.

## **2 MATERIAL AND METHODS**

### **2.1 SAMPLING**

As part of the epidemiological surveillance conducted by the Ministry of Health, routine food checks are planned at the end of which samples are taken at restaurants and food outlets the most vulnerable.

Our study was conducted in the Tetouan region located in northwest of Morocco. It covers 914 food samples from four main categories: ready meals, dairy products, meat products and raw vegetable products. These samples are taken from restaurants of different classes, traditional and modern dairies, butchers, cafes and street vendors. Once collected, between 11: 30 am and 3: 00 pm, the samples are sent to the laboratory. The transport is carried out in insulated boxes of 2 to 8°C, with accumulators of cold and in sterile bags. Delivery times do not exceed two hours after picking.

Once in the laboratory, the samples are coded and entered on the food sample receipt register and their temperature is measured using an infrared thermometer code: IHM8810SI. Then they are kept at a temperature between 2°C and 8°C. The analysis was carried out within 22 hours after their reception at the laboratory.

### **2.2 MICROBIOLOGICAL ANALYSIS**

The searched parameters are the total coliforms (TC), fecal coliforms (FC), total germ (TG), the anaerobic sulphite-reducing bacteria (ASR), *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* and *Listeria*.

The preparation of stock solutions and decimal dilutions for the microbiological examination is carried out according to the Moroccan standard (NM 6887) 2006 [26].

Indeed the preparation of the stock solution is made in sterile bags, weighing 25g of sample using a calibrated balance (aeADAM), whose uncertainty is 0.001, by adding 225 ml of peptone water buffered. The homogenization is carried out using

the homogenizer (BagMixer® 400, interscience, France) for 1min. A dilution series of  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  and  $10^{-4}$  in buffered peptone water was made after 20-30 min. Total coliforms, fecal coliforms, total germs and the anaerobic sulphite-reducing bacteria (ASR) are investigated by 1 ml of the successive decimal dilutions to the two-layer incorporation method into the appropriate agar plates.

For coliforms, the incubation was at 37°C for 24 hours and for faecal or thermo-tolerant coliforms the incubation was at 44°C for 24 hours. To search the total germs, the inoculum was incorporated into the Plat Count Agar (PCA) aerobic plate count (Biokard diagnostics, France), and Incubated at 30°C for 72h  $\pm$  3h. For the anaerobic sulphite-reducing bacteria, the Tryptose-Sulphite-Cycloserine (TSC) agar (Biokard diagnostics, France) egg yolk free was used. The dishes are placed in anaerobic jars and incubated at 37°C for 20h.

For *Staphylococcus aureus* (coagulase-positive staphylococci), 0.1 ml of the stock solution is seeded on the surface of Baird-Parker Agar (Biokard diagnostics, France), with addition of egg yolk tellurite. The dishes are incubated at 37°C for 48 hours and followed by a confirmation of colonies. Positive coagulase colonies are *Staphylococcus aureus*.

The search for *Salmonella* was performed on 25 g of each sample which were weighed in sterile bags (bag code) and mixed with 225 ml of peptone water, and then incubated at 37°C for 24 h. Subsequently, 0.1 ml of this pre-enrichment solution is transferred into tubes containing 10 ml of the enrichment solution Rappaport vassiliadis (Biokard diagnostics, France) and 2 ml of the same pre-enrichment solution are transferred to tubes containing 20 ml of Selenite-Cystine broth (Biokard diagnostics, France). Tubes of both batches were incubated for 24 hours at 42°C and 37°C respectively. These enrichment solutions are seeded on Hektoen Enteric Agar (Biokard diagnostics, France), and *Salmonella* Shigella Agar (Biokard diagnostics, France). Suspect positive tubes undergo a series of biochemical tests: Kligler-Hajna Agar seeding (Biokard diagnostics, France), urea-indole test, ONPG (Mast Diagnostics, UK) and Api 20 gallery (BioMerieux SA, France). The gallery was read by software Api 20 which determines the bacterial genus and some species of *Salmonella*. For a more accurate identification of detected *Salmonella*, the Ag-Ag serological agglutination test was carried out.

For the search for *Listeria monocytogenes*, a stock solution was prepared from 25g of the sample added to 225g of the Fraser II broth (Biokard diagnostics, France) and 2.25ml of the Fraser II additive were added to make a primary enrichment. The preparation was incubated at 30°C for 24 h  $\pm$  2h. For the secondary enrichment, 0.1 ml of the primary enrichment solution is taken, 10 ml of Fraser I broth (Biokard diagnostics, France) and 0.1 ml of Fraser I additive were added. The incubation is carried out at 37°C for 48h  $\pm$  2h. For the isolation and identification of *Listeria*, the primary and secondary enrichment were removed with the sterile loop and three Petri dishes containing Palcam Agar and Oxford Agar (Biokard diagnostics, France) were sequentially inoculated and incubated at 37 °C for 48h  $\pm$  2h, and Compas *Listeria* Agarbroth (Biokard diagnostics, France) incubated at 37°C for 24h  $\pm$  2h. For the confirmation of the genus and the species of *Listeria*, 5 colonies obtained from the three agar plates mentioned above are inoculated on Tryptone Soy Extract Yeast Agar (TSYEA) broth (Biokard diagnostics, France). After incubation at 37°C for 24h  $\pm$  2h, these colonies are then subjected to oxidase, catalase, Gram stain and mobility tests if necessary. Once the genus *Listeria* has been confirmed, the presence or absence of *Listeria monocytogenes* is checked by the hemolysis test on fresh Blood Agar. The appearance of a small  $\beta$ -haemolytic band informs about the suspicious presence of the *Listeria monocytogenes*, confirmed by the biochemical gallery (Api *Listeria*) (BioMerieux, SA, France). In this study, the food quality indicator adopted was noncompliance. A food that did not meet the recommended standards (Moroccan standards) was considered non-compliant and therefore of poor hygienic quality.

### 2.3 STATISTICAL ANALYSIS

The results were analyzed by SPSS software SPSS 20.IBM, version 22.

## 3 RESULTS AND DISCUSSION

The statistical analyses of the food samples were carried out by SPSS software.

**Table 1. Percentage of non-compliance of food samples analyzed in Regional Laboratory for Epidemiological Diagnosis and Environmental Health (LRDEHM) by years (2012-2017)**

		Compliance		Total
		non-compliant	Compliant	
Year	2012	77,8%	22,2%	100,0%
	2013	72,7%	27,3%	100,0%
	2014	60,3%	39,7%	100,0%
	2015	61,5%	38,5%	100,0%
	2016	64,6%	35,4%	100,0%
	2017	62,5%	37,5%	100,0%
Total		67,8%	32,2%	100,0%

**Table 2. Pearson chi-square tests**

	Value	ddl	Asymptotic significance (bilateral)
Pearson's chi-square	18,844 <sup>a</sup>	5	,002
Likelihood ratio	19,258	5	,002
Linear association	12,353	1	,000
N of valid observations	914		

0 cells (0.0%) have a theoretical size less than 5. The minimum theoretical size is 36.35.

The average number of samples received at the laboratory exceeds 250 samples per year, these samples are from different food categories, but our study spread between 2012 and 2017 was devoted to the four main categories, and the total number of samples studied in each year is presented in Table 1.

Food non-conformity during the study period reached 77.8% during the year 2012. The year 2013 recorded such a high rate of non-conformity equal to 72.7%. From the year 2014, we notice a decrease in non-conformity up to 60.3% in 2014, 64.6% in 2016 and 62, 5% in 2017.

These percentages of non-conformity are comparable to those found in the Fes region, according to a study carried out during 2012, on different types of food by the regional laboratory for epidemiological diagnosis and environmental hygiene of Fes. The nonconformity rate was 75.10% [1].

**Table 3. Percentage and Frequency of non-compliance of different food categories analyzed during the study period**

Category	Subcategory		Frequency	Percentage	
	vegetables	Valid	non-compliant	103	78,0 %
			comply	29	22,0 %
			Total	132	100,0
Raw vegetables	Salad	Valid	non-compliant	68	88,3 %
			comply	19	11,7 %
			Total	87	100,0
			average		81,81%
A cooked dish		Valid	non-compliance	218	60,0%
			comply	148	40,0%
			Total	366	100,0%
	Icecream	Valid	non-compliance	36	61,0%
			comply	23	39,0%
			Total	59	100,0%
	cheese	Valid	non-compliance	11	33,3%
			comply	22	77,7%
			Total	33	100,0%
Dairy product	Milk juice	Valid	non-compliance	46	76,7%
			comply	14	23,3%
			Total	60	100,0%
	Milk	Valid	non-compliance	13	86,7%
			comply	2	13,3%
			Total	15	100,0%
			average		63,47%
	Sausage	Valid	non-compliance	41	63,0%
			comply	24	37,0%
			Total	65	100,0%
Meat	Groundmeat	Valid	non-compliance	100	90,9%
			comply	10	9,1%
			Total	110	100,0%
			average		80,57 %
Total			non compliance		70,84 %

Table 3 shows the frequency and percentage of contaminations of each food category, and the subcategory. It contains; vegetables without sauce and vegetables with sauce (salad), the percentage of non-compliance of cut vegetables was 78.0%. Vegetables with added sauces (dressing sauce) recorded a percentage of noncompliance equal to 88.3%. This rise in nonconformity in salads may be due to the acidity of acetic acid which promotes the growth of bacteria besides the desired bacteria, such as lactobacilli and clostredia bacteria that multiply in acid and whose pH is less than or equal to 4 [9]. It is also due to the multiplication of yeasts and molds that can develop at acidic pH ranging from 1.5 to 6. The values of the nonconformity of raw vegetables in general was due to the sensitivity of the hygiene technicians who target during the sampling the points of sale and the most vulnerable sites of restoration, especially with the tourist activity increases in the region of more and more

The values of non-conformity in our region represent more than double those of Fes region in a study spread between 2003 and 2006 [3]. This is a percentage comparable to what was found at the level of a public hospital in the same region (Fes) during a study carried out in 2011 [10], whose rate of the non-conformity of raw plants was 32%. These percentages are still high, when compared with a study carried out during 2007 in Geneva, Switzerland, whose percentage of contamination of raw plants was only 8% [11]. This reflects the level of knowledge of the staff of the catering sector in this country, and their hygiene, food safety and the application of standards for cleaning, storage and preparation of raw plants consumed.

The category of cooked dishes studied includes all dishes of animal or vegetable origin that have been heat-treated and cooked to be ready for consumption. The percentage of non-conformity cooked dishes detected in this study is 60%, while a study in the Fes region carried out between 2003 and 2006 showed that the rate of non-conformity of this class of foods does not exceed 13.7% [3].

If we compare this percentage with that found in Tunisia during a research done on cooked dishes in the Farhat-Hached University Hospital Center of Sousse during the period spread between 2005 and 2010, whose study concerned the various stages of handling and processing of cooked dishes from receipt of the raw material, storage, cooking dishes, loading dishes to distribution and consumption. The rate of contamination ranged from 36% (storage of raw material) to 25%, which represents the percentage of non-conformity during distribution and consumption [12]. Indeed, it is a low percentage in comparison with our result, which expresses the contamination of cooked dishes in the distribution and consumption phase.

Another study carried out during 2013, concerning the microbiological quality of cooked dishes served in the university restaurants of Oran in Algeria, the results of which indicate that the non-conformity of these dishes does not exceed 19.23%. This is still a low percentage compared to our results, and knowing that cooked dishes undergo a heat treatment that destroys the majority of microorganisms. Therefore, this high level of non-conformity may be due to breakage of the cold or hot chain, inadequate or insufficient cooking method and non-compliance with food hygiene rules [13] or even the bad storage of dishes [14].

Dairy products are divided into four sub-categories, consisting of ice cream, traditional cheese, milk, and milk-based juices. All these foods are prepared from untreated raw milk. The percentage of non-compliance in this category is 63.47%, and this is a high percentage compared to that found in a study conducted in Rabat-Salé-Zemmour-Zair region during the period 2004-2009, whose percentage of nonconformity was 48.4%. This difference may be due to the fact that in the flap region the samples included both traditional and industrial dairy products (60.4% traditional and 39.6% industrial) [15], unlike the samples received in our laboratory, they are almost all traditional, and the industrial samples received are already handled and modified or transformed.

Similar study conducted in the Fez region between 2003 and 2006 showed that the rate of non-conformity of dairy products, which are all taken from traditional dairies, is 68.5% [3].

This non-conformity of dairy products is related to the contamination of each subcategory that constitutes this group. According to Table 3, the raw milk analyses show a nonconformity rate of this subcategory equal to 86.7%, which is a high percentage compared to the results of a research carried out in the Fez region between the 2003-2006, concerning the microbiological quality of raw milk, and the non-conformity rate of raw milk was 65.3% [3]. Another study in the same region of Fez during 2013 showed that the contamination rate of raw milk was 69% [16]. These results are comparable to the previous study in the region of Fez. But another study conducted in the eastern region of Morocco spread over 3 years has shown that the rate of non-conformity of raw milk was 75% [17], and this result is similar to ours.

This difference of almost percentage (20%) between the results obtained in our laboratory and that of Fez, is probably due to non-compliance with hygiene conditions by professionals in the field in traditional dairies, since milking, and collection until transport and storage, but also to the type of milk analyzed which was mainly the traditional raw milk of the cow, unlike the one studied in Fes, it mainly concerned industrialized raw milk [3, 16]. A study conducted in Fes during 2013, showed that the contamination rate of artisanal cheese is 50% [16].

The percentage of the non-conformity of the traditional cheese analyzed during the study period in our laboratory was 33.3% and it is a percentage lower than that found during a study carried out in Fes between 2009 and 2010, with a percentage of non-conformity of 50% [18], and also lower than the result obtained during a study carried out by a network of 6 laboratories of the REQUASUD network on artisanal cheeses prepared from different types of raw milk (cow, goat and sheep), in the Wallonie region of Belgium. This study has shown that the percentage of non-conformity was around 40% [19]. The production of artisanal cheese of poor hygienic quality is probably the result of the use of contaminated raw milk and/or non-compliance with the rules and hygiene measures of premises, equipment and handlers [18].

Ice and ice cream have become a consumable throughout the year and in every country in the world. Samples and analyzes of this class of food concerned traditional products. All the ice creams analyzed are milk-based and not industrialized. In fact, the rate of non-conformity was 61%. Other studies carried out on industrialized ice and ice cream in the region of Fez (Morocco) and in Bejaia (Algeria) have shown that the quality of these frozen products comply with Moroccan and Algerian standards, respectively [20-21]. On the other hand, the same study carried out in Fes on traditionally produced frozen products has shown that 83% of these products are unfit for consumption [20]. These percentages prove that the production of this type of food is done in poor hygienic conditions.

Microbiological analyses were also carried out on the category of meat products, consisting mainly of raw ground meat and sausages. These analyses showed that this type of food is nonconforming as a percentage of 80.57%. In another study carried out in the region of Fez during the period between 2003 and 2006 showed that the average of non-conformity of this food category was 59.5% [3].

The ground meat defines a considerable non-conformity represented by a percentage of 90.9%, and it is a very high percentage compared to a study carried out at the University of Liege in Belgium, which revealed that the percentage of products meat incriminated in food poisoning was 27% [22].

Our percentage remains high compared to another study carried out in the laboratory of epidemiological diagnosis and hygiene of the environment of Fez in 2016 which revealed that 73.38% of the samples of the minced meat marketed in this region is unfit for consumption [23].

Sausages in the Tetouan region are also non-compliant by a percentage of 63, 0%, this percentage of nonconformity remains lower than that found during a study carried out at various points of sale in Meknes city (Morocco) during the period between 2014 and 2015, which showed that 80.77% of sausages sold do not meet microbiological standards [24]. Another study carried out in Dakkar (Senegal) in 1992 showed that the rate of non-conformity of sausages sold on supermarkets and at points of sale was 31% [25].

#### 4 CONCLUSION

The total non-conformity of all the samples of different food categories analyzed is 70.84% which reflects a very bad handling of food at the level of the different classes of restaurants, and the different outlets for ready-to-eat products, that it is at the level of production, storage, handling and distribution. The lack of respect for the hygiene conditions of the catering staff is due to their ignorance and lack of training and awareness programs by the sectors responsible for food hygiene and the health of the population, because this percentage of non-conformity (70.84%) can be considered a threat to public health at the regional level. Moreover, some foods received in the laboratory were not considered in this study because of the lack of a standard for interpreting the results obtained. So it is important to give classifications and acceptability standards for some foods that are not included in the 2004 ministerial order. Other studies assessing the microbiological quality of these foods according to the desired parameters and the influence of spatiotemporal changes are being developed.

#### REFERENCES

- [1] Gledel, Jean. 1978. Données épidémiologiques relatives aux toxi-infections alimentaires à Salmonella. *Médecine et Maladies Infectieuses*. 8 (5): 250-261.
- [2] Barro N et al. 2002. Evaluation de la qualité microbiologique de quelques aliments de rue dans la ville de Ouagadougou au Burkina Faso. *Cahiers santé*. 12 (4): 369-374.
- [3] B. El Marnissi, L. Bennani, A. El oulalilalami, M. Aabouch, R. Belkhou 2012. Contribution à l'étude de la qualité Microbiologique de denrées alimentaires Commercialisées a fes-boulemane. *Rev. Microbiol. Ind. San et Environn*. 6 (1): 98-117.
- [4] Bouhi. S, Talbi. M, Belarabi. S, Soulaymani. R, Mokhtari. A, Soulaymani. A. 2006. L'étude des toxi-infections alimentaires au Maroc, Le Premier Congrès National sur l'Amélioration de Production Agricole, Settat: Morocco.
- [5] Soulaymani-Bencheikh. R. 2012. Rapport annuel des analyses toxicologiques de l'année 2012. Centre Antipoison du Maroc, Toxicologie Maroc. N° 15. 4eme trimestre 2012.
- [6] Soulaymani-Bencheikh. R, Rhalem. N, Aghandous. R, Chaoui. H.2016. Toxicovigilance; Rapports général et spécifiques Année 2016. *Toxicologie Maroc*. N° 31. 4ème trimestre p: 2-15.
- [7] Maaroufi. A, El Berri. H, Rhajaoui. M, Rguig. A, Soulaymani. R, Tazi. M, Wahabi. R, Youbi. M 2017. Bulletin d'épidémiologie et de santé publique. *Bulletin d'Épidémiologie et de Santé Publique* 40 (74): 2-40.
- [8] Bédubourg. G, Delmas. G, Jourdan. Da Silva. N, Vaillant. V, Le Strat. Y, De Valk. H. 2014. Augmentation des foyers de toxi-infection alimentaire collective en France entre 1996 et 2010: réelle ou effet surveillance ? *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*. Vol 62S.: 171-S212.
- [9] Húngaro. HM, ELPeña. W, Silva.NBM, Carvalho. RV, Alvarenga. VO, Sant'Ana. AS. 2014. Food Microbiology. *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems* 4: 213-229.
- [10] Zbadi. L, El oualilalami. A, Baroudi. A, Marsou. Z, Fikri benbrahim. K. 2014. Microbiological quality assessment of hospital food in a public Hospital in fez (morocco). *Journal of advances in biotechnology*. 4 (1): 287-296.
- [11] Pfammatter. E. 2011. La consommation et affaires vétérinaires Genève, (SUISSE), rapport annuel 2011 service de la consommation et affaires vétérinaires, année 2011, p: 1-48.

- [12] Abouda. Y, Bouafia. N, Mahjoub.M, Bannour. W, R, Mzoughic,. Njah. M. 2014. Évaluation de la qualité bactériologique des aliments servis à l'hôpital de Sousse (Tunisie) entre 2005 et 2010. *Nutrition Clinique et métabolisme* 28 (3): 164-170.
- [13] Mouloudi. F, 2013. La qualité hygiénique et microbiologique de la restauration collective, cas des restaurants universitaires d'Oran, mémoire soutenu le 13/03/2013 à la faculté des sciences, université d'Oran, Algérie., p.1-113.
- [14] Gerin. M, Gosselin. P, Cordier. S. 2003. *Environnement et santé publique, fondement et pratique*, Édition Tec & doc, edisem, p 1023.
- [15] Hadryaa. F, El Ouardi. A, Hamia H, Soulaymania. A, Senouci. S. 2012. Microbiological quality assessment of dairy products marketed in Rabat-Salé-Zemmour-Zaerregion in Morocco. *Cahiers de nutrition et de diététique* 47: 303—307.
- [16] El Marnissi. B, Belkhou.R. 2014. Qualité de certains produits laitiers traditionnels marocains: étude physicochimique, microbiologique et toxicologique et détermination de l'effet de bactéries lactiques sur l'aflatoxine M1et sur certains germes pathogènes. *faculté des sciences de Fès, Maroc, Thèse.*
- [17] Belbachir.C, Khamri. M, Saalaoui. E. 2015. Microbiological quality of the raw cow milk at three rural communes of the eastern region of Morocco. *International Food Research Journal*, 22 (4): 1675-1680.
- [18] El Marnissi. B, Belkhou R, El Oualilalami. A, Bennani. L. 2013. Microbiological and physicochemical characterization of raw milk and some Moroccan traditional dairy derivatives (Lben and Jben). *les technologies de laboratoire*, 8 (33): 100—111.
- [19] Vivegnis. J, Dubois C, Nicolay.L, Mairy F, Jacob.C. Piraux É, El Lioui M, Decallonne.J. 1998. Qualité microbiologique des fromages artisanaux fabriqués au lait cru en Région wallonne, *Biotechnologie. Agronomie. Société. Environnement*. 2 (4): 248—255.
- [20] El Ouali Lalami.A, Berrada S, Maniar.S, Oumokhtar B. 2013. Qualité microbiologique des crèmes glacées commercialisées au centre du Maroc et sensibilité aux antibiotiques des bactéries isolée, *ScienceLib Editions Mersenne* 5 (130402): 1-10.
- [21] MEDJOUB. Y. 2017. Analyses physico-chimiques et microbiologiques de la crème glacée, *Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie, mémoire.*
- [22] DAUBE G. 2015. La maîtrise des risques microbiologiques liés à la viande fraîche en Belgique, *Faculté de médecine vétérinaire, Département des sciences des denrées alimentaires –Microbiologie, Belgique.*
- [23] Bennani L, Berrada S, Salame B, Aabouch M. 2016. Evaluation of the hygienic quality the meat and some meat products collected from Fez city, Morocco, *International Journal of Innovation and Applied Studies* 15 (3): 547-554.
- [24] Ed-dra A, Rhazi Filali. F, El Allaoui. A, Aboulkacem.A. 2017. Factors influencing the bacteriological quality of sausages sold in Meknes city, Morocco, *International Food Research Journal* 24 (3): 933-938.
- [25] Jean Carre. M.O. 1992. Contribution à l'étude de la qualité bactériologique des Saucissons à l'ail de bœuf commercialisés sur le marché Dakarais, *Université cheikh antadiop de dakar, Ecole inter-états des sciences et Médecine vétérinaires, Dakar*, 27: 1-124.
- [26] Bulletin officiel. n°5214 du 20/05/2004, page 727. Arrêté conjoint du ministre de l'agriculture et du développement rural, du ministre de la santé et du ministre de l'industrie, du commerce et des télécommunications n°624-04 du 17 safar 1425 (8 avril 2004) relatif aux normes microbiologiques auxquelles doivent répondre les denrées animales ou d'origine animale au MAROC.

## Grossesse interstitielle - diagnostic et traitement médical: A propos d'un cas

### [ Interstitial pregnancy - diagnosis and medical treatment: About a case ]

*Hanane Ouhamme, Fatima El Hassouni, Fatima Zahra Belkouchi, Samir Bargach, and Mounia Yousfi*

Service de gynécologie obstétrique cancérologie et grossesse à haut risque, Maternité Souissi, Université Mohamed V, Rabat, Morocco

Copyright © 2020 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:** Interstitial pregnancy is a rare form of ectopic pregnancy. It is characterized by its implantation in the intra-myometrial part of the fallopian tube. It constitutes a gynecological emergency since its rupture can lead to morbidity and mortality. Its diagnosis remains difficult, and is based on four ultrasound criteria which are not always found. In the absence of rupture, conservative medical treatment is used more and more because it allows anatomical integrity to be preserved. We report a case of interstitial pregnancy successfully treated with a single injection of Methotrexate intramuscularly.

**KEYWORDS:** ectopic pregnancy, interstitial pregnancy, risk factors, ultrasound, conservative treatment, Methotrexate.

**RESUME:** La grossesse interstitielle est une forme rare des grossesses ectopiques. Elle se caractérise par son implantation dans la partie intra-myométriale de la trompe de Fallope. Elle constitue une urgence gynécologique puisque sa rupture peut entraîner une morbidité et une mortalité. Son diagnostic reste difficile, et se base sur quatre critères échographiques qui ne sont pas toujours tous retrouvés. En absence de rupture, le traitement médical conservateur est de plus en plus utilisé car il permet de conserver l'intégrité anatomique. Nous rapportons un cas de grossesse interstitielle traité avec succès par une injection unique de Méthotrexate en intra musculaire.

**MOTS-CLEFS:** grossesse ectopique, grossesse interstitielle, facteurs de risque, échographie, traitement conservateur, Méthotrexate.

#### 1 INTRODUCTION

La grossesse ectopique ou grossesse extra-utérine regroupe de nombreuses formes cliniques dont le point commun est leur développement en dehors de la cavité utérine. La grossesse interstitielle est une forme rare des grossesses ectopiques; elle se définit par l'implantation du blastocyste dans la portion intra-myométriale de la trompe de Fallope.

Plusieurs facteurs de risques sont reconnus, principalement le tabagisme, les infections sexuellement transmissibles et un antécédent de grossesse extra-utérine. L'âge maternel, le recours de plus en plus aux techniques avancées de procréation médicalement assistée, un antécédent de fausse couche spontanée sont également liés à une augmentation du nombre des grossesses extra-utérines [1,2].

La prise en charge de ces grossesses n'est pas consensuelle surtout en raison de leur faible fréquence. En l'absence de rupture, un traitement médical conservateur à base de Méthotrexate est devenu la référence [3,4,5]. Nous rapportons un cas de grossesse interstitielle traitée avec succès par Méthotrexate par voie intramusculaire.

## 2 OBSERVATION À PROPOS D'UN CAS À LA MATERNITE SOUISSI DE RABAT

Il s'agit de Madame L.B âgée de 36 ans, deuxième geste, nullipare avec une fausse couche spontanée; admise aux urgences pour des métrorragies noirâtres minimes avec une aménorrhée de 12 semaines.

L'examen clinique trouve une légère sensibilité hypogastrique latéralisée à droite.

L'échographie pelvienne a objectivé une grossesse arrêtée à 9 SA+ 5 jours. Le taux initial des  $\beta$  HCG était à 53,2 mUI/ml.

Une aspiration a été essayé à l'aide d'une canule de Kerman mais sans résultat.

Une IRM pelvienne a été ensuite réalisé afin de bien localiser la grossesse ainsi qu'à la recherche d'une éventuelle malformation utérine.

L'IRM a objectivé une grossesse interstitielle droite avec un sac gestationnel mesurant 48x37mm sans épanchement dans le cul de douglas (figure 1).

Devant l'état hémodynamique stable de la patiente et le bilan biologique; hépatique et rénal correct, nous avons opté pour un traitement conservateur par une injection unique de 60 mg de Méthotrexate.

L'évolution était marquée par la décroissance des taux  $\beta$  HCG jusqu'à négativation 15 jours après.



Fig. 1. Les images de l'IRM montrant la grossesse interstitielle

## 3 DISCUSSION

La grossesse interstitielle est rare. La symptomatologie clinique n'est pas spécifique. Les trois critères échographiques essentiels au diagnostic ont été décrits par Timor-Tritsch et al en 1992 [6]:

- Une cavité utérine vide;
- Un sac gestationnel séparé de plus de 1 cm de la cavité utérine;
- Une fine couronne myométriale autour de ce sac.

En pratique, il est difficile de retrouver les 3 critères associés, notamment la mesure d'un centimètre entre le sac et la cavité endométriale.

Ackermann et al [7] décrivait le signe de la ligne interstitielle. Il apparait comme le signe le plus spécifique et le plus sensible des signes échographiques. Il s'agit d'une ligne échogène, reliant le sac gestationnel excentré avec la cavité endométriale. Son observation permet la différenciation entre une grossesse interstitielle, une grossesse angulaire et une grossesse intra-utérine.

L'IRM permet de bien préciser la localisation de la grossesse dans les cas difficiles [8]. Il semble difficile d'objectiver des critères pertinents suffisamment validés, cependant des images comparables à celles de l'échographie peuvent être retrouvées.

Le traitement conservateur par Méthotrexate est devenu le traitement de référence en cas d'absence de rupture de la trompe de Fallope. Son utilisation nécessite une surveillance clinique, échographique et biologique rapprochée [2]. Selon les équipes, l'injection est réalisée par voie systémique, en intra-musculaire ou par voie locale en injection in situ.

Devant la faible incidence d'effets secondaires rapportés et la facilité d'administration, la voie intra musculaire semble préférable, avec une surveillance des  $\beta$  HCG à J4 et J7, et une deuxième injection s'il n'y a pas eu une diminution d'au moins 15 % entre les 2 taux. Le bilan pré thérapeutique réalisé avant chaque injection; comprend un bilan hépatique et rénal et une numération formule sanguine [9].

En cas de rupture, le traitement chirurgical est obligatoire et consiste à une salpingectomie avec résection cornuale et dans des rares cas une hystérectomie d'hémostase était nécessaire [2].

#### 4 CONCLUSION

La grossesse interstitielle est rare. Son diagnostic est difficile et nécessite une prise en charge codifiée. En cas de rupture, la prise en charge chirurgicale en urgence est nécessaire. En cas de l'absence de rupture, la prise en charge médicale par injection intra musculaire du Méthotrexate semble devenir de plus en plus utilisée car elle permet de conserver l'intégrité anatomique et par conséquent préserver la fertilité de la patiente.

#### REFERENCES

- [1] Kazandi M, Turan U. ectopic pregnancy: risk factors and comparaison of intervention success rates in tubal ectopic pregnancy. Clin exp obstet gynecol 2011; 38 (1): 67-70.
- [2] M.Nadi, C. Richard et al. Grossesse interstitielle, angulaire et cornuale: diagnostic, traitement et futur obstétrical. Gynécologie obstétrique fertilité et sénologie 45 (2017) 340-347.
- [3] E. Debras, H. Fernandez et al. Prises en charges des grossesses interstitielles par traitement médical selon un protocole de Méthotrexate in situ. Journal de gynécologie obstétrique et biologie de la reproduction (2016).
- [4] Moawad NS, Mahajan ST, Moniz MH, Taylor SE, Hurd WN. Current diagnosis and treatment of interstitial pregnancy. Am J obstet gynecol (2010).202: 15-29.
- [5] Marret H, Fowconnier A, Dubernard G, Misme H, Lagarce L, Lesavre M et al. [Evidence-based evaluation and expertise of Methotrexate off label use in gynecology and obstetrics: work of the CNGOF]. J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris) 2015; 44 (3): 230-6.
- [6] Timor-Tritsch IE, Monteagudo A, Matera C, Veit CR. Sonographic evolution of cornual pregnancies treated without surgery. Obstet Genecol 1992; 79 (6): 1044-9.
- [7] Ackerman TE, Levi CS, Dashefsky SM, Holt SC, Lindsay DJ. Intestitial line: sonographic finding in interstitial (cornual) ectopic pregnancy. Radiology 1993; 189 (1): 83-7.
- [8] N. Bourdel, H. Roman et al. Intersstitiel pregnancy. Ultrasonographic diagnosis and contribution of MRI. A case report. Gynécologie Obstétrique et Fertilité 35 (2007) 121-124.
- [9] Stovall TG, Ling FW. Single-dose methotrexate: an expanded clinical trial. Am J Obstet Gynecol 1993; 168 (6, Part 1): 1759-65.

## Application des méthodes statistiques à l'étude hydrogéochimique des eaux souterraines de la Dorsale de Beni Hassan (Rif septentrional, Maroc)

### [ Application of statistical methods to the hydrogeochemical study of groundwater in the Beni Hassan Dorsal (Northern Rif, Morocco) ]

*Redouan Alilouch, Karim El Morabiti, Abdel Aziz El Mrihi, and Mahamat Ouchar Al-Djazouli*

Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université Abdel Malek Essaâdi, Tétouan, Morocco

---

Copyright © 2020 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 is based on a descriptive statistical approach aimed at analysing and processing hydrogeochemical data of groundwater draining the geological formations of the Beni Hassan Dorsal. The study area is located in the northern part of Morocco, in the Northern Rif. The latter is part of the Flyschs nappes and part of the calcareous dorsal of the Rifaine chain to the south-east of the city of Tetouan. The formations of the main calcareo-dolomitic and detrital geomorphological units constitute an important reservoir in the study area. An inventory of the main resurgences of water points was carried out around the Dorsal and the sandstone massif. Consequently, 7 water points (including 6 springs and 1 well) were the subject of an in situ physico-chemical measurement, a chemical analysis in the laboratory, and in addition a hydrogeological study. The main water springs in the studied area spring up along abnormal contacts of the calcareo-dolomitic Dorsal with impermeable formations. Aquifers in the study area are generally of two types, depending on their physical attributes. They are therefore two types of natural groundwater reservoirs: fissured aquifers and aquifers in porous media. Generally speaking, from a chemical standpoint, the groundwater in the study area is less mineralized to moderately mineralized and shows bicarbonate-calcium chemical facies.

**KEYWORDS:** Descriptive statistics, Hydrogeochemistry, Calcaritic-Dolomitic Dorsal, Calcareous Dorsal, Chemical Facies, Moulay Bouchta Wadi.

**RESUME:** L'étude est fondée sur une approche statistique descriptive visant à analyser et traiter les données hydrogéochimiques des eaux souterraines drainant les formations géologiques de la Dorsale de Beni Hassan. Le secteur-objet d'étude se situe au Nord du Maroc, dans le Rif septentrional. Ce dernier fait partie des nappes des Flyschs et d'une partie de la dorsale calcaire de la chaîne rifaine au Sud-Est de la ville de Tétouan. Les formations des principales unités géomorphologiques calcaréo-dolomitiques et détritiques constituent un important réservoir dans la zone d'étude. Un inventaire des principales résurgences des points d'eau a été réalisé sur le pourtour de la dorsale. Par conséquent, 7 points d'eau (dont 6 sources et 1 puits) ont fait l'objet d'une mesure physico-chimique in situ, d'une analyse chimique au laboratoire, et de surcroît une étude hydrogéologique. Les principales sources d'eau dans le secteur étudié jaillissent le long des contacts anormaux de la Dorsale calcaréo-dolomitiques avec des formations imperméables. Les aquifères de la région d'étude sont généralement de deux types et ce, en fonction de leurs attributs physiques. Il s'agit donc de deux types de réservoirs naturels d'eau souterraine: les aquifères fissurés et les aquifères des milieux poreux. Généralement, du point de vue chimique, les eaux souterraines du secteur-objet d'étude sont de moins minéralisées à moyennement minéralisées et elles montrent des faciès chimiques bicarbonaté-calciques.

**MOTS-CLEFS:** Statistiques descriptives, Hydrogéochimie, Dorsale calcaréo-dolomitique, Dorsale calcaire, Faciès chimique, Oued Moulay Bouchta.

## 1 INTRODUCTION

Le Maroc est un pays dont les ressources en eaux sont limitées. Il dispose d'une quantité d'eau de surface estimée à 22,5 milliards de m<sup>3</sup>, dont seul 16 milliards de m<sup>3</sup> sont mobilisables dans les conditions techniques et économiques actuelles [1], [2].

Les eaux souterraines de la région d'étude jouent un rôle primordial à la subvention des besoins en eau potable, en irrigation, en usage domestique et en industrie et constituent même la seule ressource disponible pour soutenir le développement socio-économique et assurer la sécurité de l'eau où les eaux de surface disponibles sont rares. D'une part, diverses activités humaines telles que la boisson, l'irrigation et l'utilisation industrielle sont soutenues par les eaux souterraines; d'autre part, les eaux souterraines jouent un rôle essentiel dans le maintien et la restauration des écosystèmes qui en dépendent, tels que les aquifères alluviaux et rocheux, les zones hyporhéiques, les sources et les zones humides [3], [4]. Il est bien connu que de nombreux processus écologiques importants peuvent être perturbés par des changements dans la chimie des eaux souterraines [5], [6], [7].

Le cheminement de l'eau souterraine à travers les formations géologiques peut en principe être déduit indirectement par l'étude de la signature géochimique des eaux résultant des interactions avec le milieu géologique (ex.: gains d'ions causés par la dissolution ou les pertes occasionnées par la précipitation de phases minérales) et les propriétés physico-chimiques de l'eau [8], [9]. En effet, la composition physico-chimique de l'eau souterraine reflète le milieu géologique dans lequel elle circule. C'est ainsi que certains éléments sont parfois présents dans les eaux souterraines à des concentrations particulièrement élevées sans qu'il y ait un risque pour la santé des consommateurs. Bien que l'eau souterraine soit généralement de meilleure qualité que l'eau de surface (lac, rivière, ruisseau), il demeure donc d'une importance capitale que l'eau soit analysée à l'aide de paramètres physico-chimiques et microbiologiques. Cette analyse permet de préciser, s'il y a lieu, le type de traitement à appliquer pour en minimiser les effets désagréables et respecter les normes du règlement applicables sur la qualité de l'eau potable.

Les eaux souterraines exploitées par la population de la région d'étude commencent à être dépassées par les demandes et sont très inégalement réparties entre les communes. Ceci justifie l'importance de l'eau comme un élément primordial pour le développement socio-économique d'une région et augmente l'intérêt d'une connaissance hydrogéochimique. Ainsi, une stratégie de gestion durable de ces eaux nécessite une meilleure compréhension de l'évolution géochimique de manière à garantir un achalandage fiable à toutes fins utiles. C'est dans ce contexte général que s'inscrit la présente étude. Son but principal est fondé sur une approche statistique descriptive visant à analyser et traiter les données hydrogéochimiques des eaux souterraines drainant les aquifères de la région d'étude. Ceci se base sur:

- L'inventaire des sources d'eaux et l'étude de leurs relations avec les formations calcaréo-dolomitiques, détritiques et les formations avoisinantes.
- La caractérisation hydrogéochimique pour une compréhension de l'acquisition de la minéralisation des eaux souterraines de cette région. Ce travail a été mené à partir des résultats d'analyses de paramètres physico-chimiques des eaux et s'est appuyé sur un échantillon de 7 points d'eau. La méthodologie appliquée est basée sur des approches statistiques descriptives et des méthodes de classification hydrogéochimiques classique. La combinaison de ces différentes méthodes a permis d'apporter des réponses à notre problématique.

## 2 MATERIEL ET METHODES

### 2.1 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Le secteur-objet d'étude se situe au nord du Maroc, dans le Rif septentrional entre les coordonnées (X= 505000m et X= 512500m) et (Y=515000 et Y=525000m) (fig.1). Celui-ci se caractérise par la présence d'une biodiversité importante sous un étage bioclimatique subhumide et un hiver tempéré à chaud. Toutefois à l'intérieur de la zone d'étude, les caractéristiques climatiques sont très influencées par le relief, l'action de l'océan et de la méditerranée. Il fait partie des nappes des Flyschs et d'une partie de la dorsale calcaire de la chaîne rifaine au Sud-Est de la ville de Tétouan. C'est une région moyennement peuplée, cette population n'est pas liée au réseau public de distribution d'eau potable. Son alimentation en eau est satisfaite intrinsèquement par des sources d'eau et des puits locaux, traditionnellement aménagées pour la plupart. La zone d'étude d'El Oued-El Hamra comporte un grand bassin versant d'Oued Moulay-Bouchta, ainsi que d'autres sous-bassins et plusieurs petits oueds ou affluents temporaires ou torrentiels.



Sinémurien et Dolomies: Trias supérieur), l'unité d'Lfahsa (nappe de J. Lakraa) et l'unité de Majjou (nappe de J. Tazoute) [14], [15].

- Le domaine externe de la zone d'étude est formé par l'unité de Tanger qui est constituée de séries d'âge Crétacé supérieur (Marnes et minces lits de microbrèches en haut et des argiles, siltites et quelques bancs épais de calcilutite siliceuse passant au silex en bas). Il est largement charrié par les nappes des flyschs et le domaine interne [14]. Les nappes des flyschs (Flysch maurétanien et massylien) flottent sur les zones externes. Elles sont formées par la nappe de Beni Ider (calcarénites éocènes et grés-micacés oligocènes), la nappe de Melloussa (les séries sont caractérisées par des flyschs schisto-quartziteux de l'Albo-aptien, des phanites du Cénomanién et des marnoschistes du Crétacé supérieur) et la nappe de Tisirène, qui reposent par l'intermédiaire d'un contact tectonique plat ou à léger pendage vers l'Ouest et/ou l'Est sur les différents termes de l'unité de Tanger [16].
- L'unité prédorsalienne (flyschs marno-gréseux et grés d'aspect numidien d'âge Oligocène probable et marno-calcaires à Saccocoma d'âge Malm), il regroupe les affleurements qui se trouvent piégés entre les zones internes et externes du Rif et des cordillères bétiques [13].

## 2.3 MÉTHODOLOGIE

Dans le présent travail, l'analyse approfondie du terrain joue un rôle primordial et constitue une étape de base pour la démarche scientifique du thème. Il s'agit ici d'une méthodologie de recherche scientifique (OHERIC). Nous avons procédé par:

### 2.3.1 TRAVAIL DE TERRAIN

Sur le terrain, nous avons commencé par la reconnaissance géographique de la zone d'étude à l'aide d'une base cartographique adaptée; la reconnaissance géologique générale du secteur d'étude et l'inventaire des points d'eau existants sur le terrain. Ensuite, nous avons déterminé les coordonnées et les altitudes des points d'eau et mesurer sur terrain des paramètres physico-chimiques. A chaque campagne les mesures in situ ont été effectuées au niveau de chaque point d'eau: la température a été mesurée à l'aide d'un thermomètre digitale avec sonde déportée (thermomètre de précision CHECKTEMPR1), le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre étanche portatif muni d'une électrode (CONSORT C933) et vérifié par une bandelette indicatrice de pH (pH-Quick® en rouleau pH 1-11), et la conductivité avec un conductivimètre portatif multi gamme étanche équipé d'un dispositif de compensation automatique de température. Les échantillons d'eau prélevés pour l'analyse chimique sont conservés dans des bouteilles en plastique d'un litre rincées au préalable trois fois avec l'eau à prélever.

### 2.3.2 TRAVAIL DE LABORATOIRE ET DE BUREAU

Des glacières ont été utilisées pour la conservation des échantillons qui ont été acheminés au laboratoire. Les échantillons d'eau ont été conservés à 4 °C pendant le transport et au laboratoire, puis ont été analysés dans les 24 heures qui suivent. Le dosage des bicarbonates et des Nitrates s'est effectué à l'arrivée au laboratoire ou dans les 24 heures qui ont suivi le prélèvement. Les analyses chimiques des eaux sont réalisées au centre de Transfert des Technologies de l'eau (C.T.T) de l'agence du bassin hydraulique de Loukous de Tétouan, au Laboratoire Régional d'Environnement au sein de la Faculté des Sciences Abdel Malek Essaâdi de Tétouan et à la société WATER MINERAL à Chefchaoun. On a utilisé la technique de la tombée de burette, le titrage, le spectrophotomètre à flamme et le spectrophotomètre à UV. Ces analyses sont réalisées au laboratoire selon le protocole de l'analyse de Rodier [17].

## 3 RESULTATS

Les résultats des analyses physico-chimiques ont été traités par des méthodes d'analyse et des statistiques multivariées couplées aux méthodes hydrochimiques. La méthode hydrochimique a nécessité l'utilisation des diagrammes de Piper, de Schöeller-berkaloff réalisés sous le logiciel Diagrammes pour la classification hydrochimique des eaux. L'approche statistique est basée sur l'utilisation de l'Analyse en Composantes Principales (ACP), la Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) pour étudier les phénomènes à l'origine de la minéralisation des eaux, le regroupement des eaux et l'identification des facteurs responsables de ces regroupements.

### 3.1 FACIES ET PARENTES GEOCHIMIQUES DES EAUX DES AQUIFERES DE LA REGION

La représentation sur le diagramme de Piper et de Schöeller-Berkaloff de la composition chimique des eaux analysées (7 points d'eau: 6 sources d'eau et un seul puits Ph10) des systèmes aquifères de la zone d'étude révèle bien un type d'eau caractérisé par une composition chimique à dominance bicarbonaté calcique (fig.2).

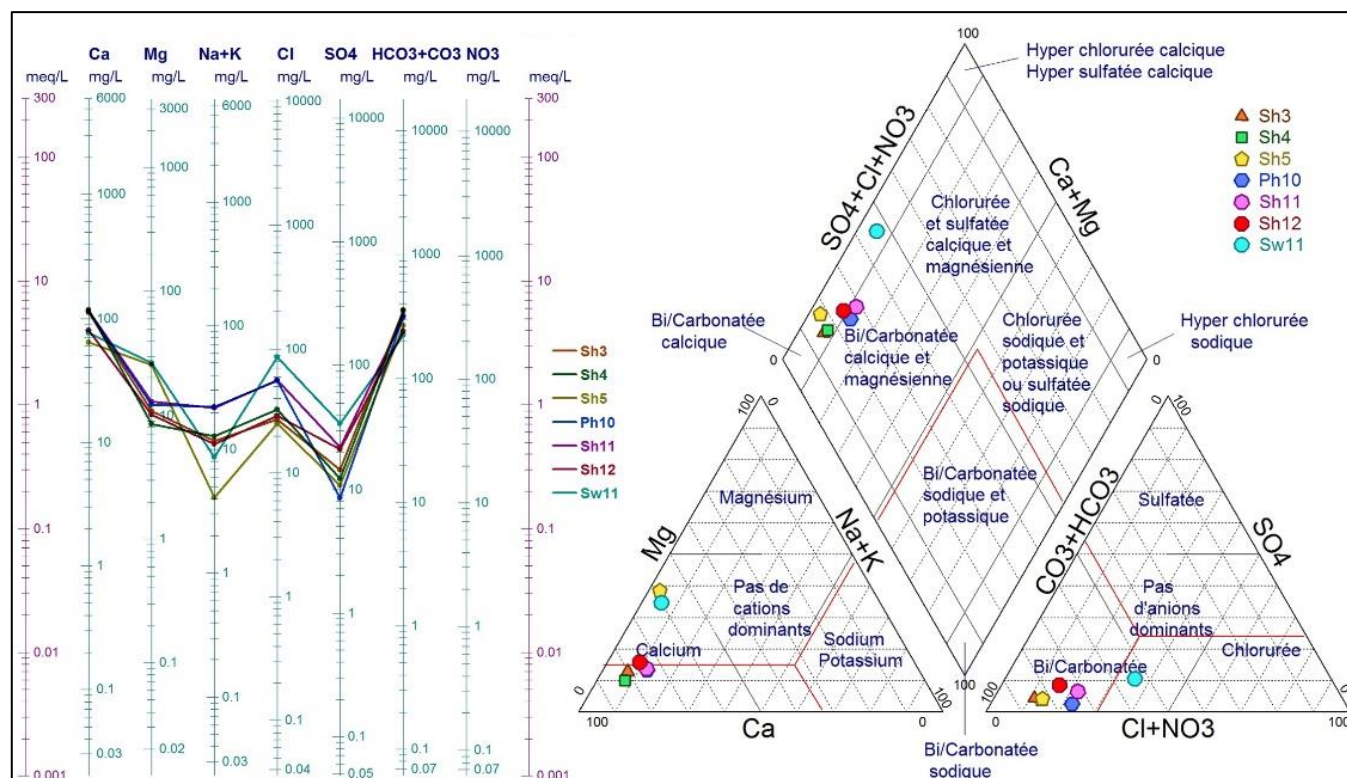
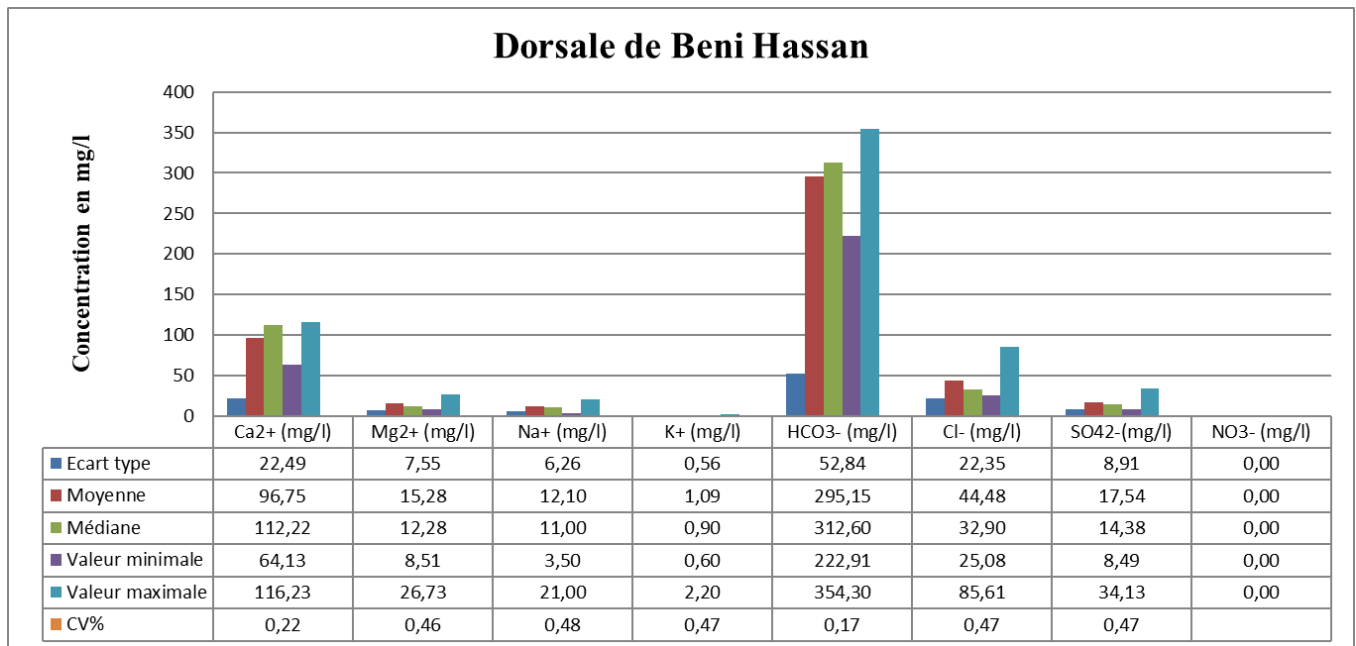


Fig. 2. Diagramme semi-logarithmique de Schöeller-berkaloff et de Piper représentent les faciès des eaux souterraines de la région d'étude

### 3.2 MECANISMES DE LA MINERALISATION DES EAUX DES SYSTEMES AQUIFERES

Le chimisme des eaux issues des systèmes aquifères de la Dorsale de Beni Hassan est déterminé à partir des résultats d'analyses de sept points d'eau (6 sources et 1 puits). Les points d'eau choisis sont bien répartis dans l'espace (Trois sources: Sh11, Sh12 et Sh3 et un puits: Ph10 au niveau du système aquifère de Bettara/Unité de Tanger, une source: Sh5 au niveau du système aquifère de nappe d'El Babat/Unité d'Arifane, une source: Sh4 au niveau du système aquifère d'Unité de Arifane/Unité de Bettara et une source: Sw11 du système aquifère d'unité prédorsalienne/Unité de Tanger). Ces points d'eaux captent des eaux souterraines qui jaillissent des aquifères constitués par des formations généralement carbonatées (Unité d'Arifane et Nappe d'El Babat) et gréseuses (Unité de Bettara et unité prédorsalienne). Ces formations géologiques constituent un réservoir potentiel logeant des aquifères à nappes libres. Les marnes d'Oligocène (Unité de Bettara) et les argiles du crétacé supérieur de l'Unité de Tanger forment le substratum imperméable de ces nappes d'eau.

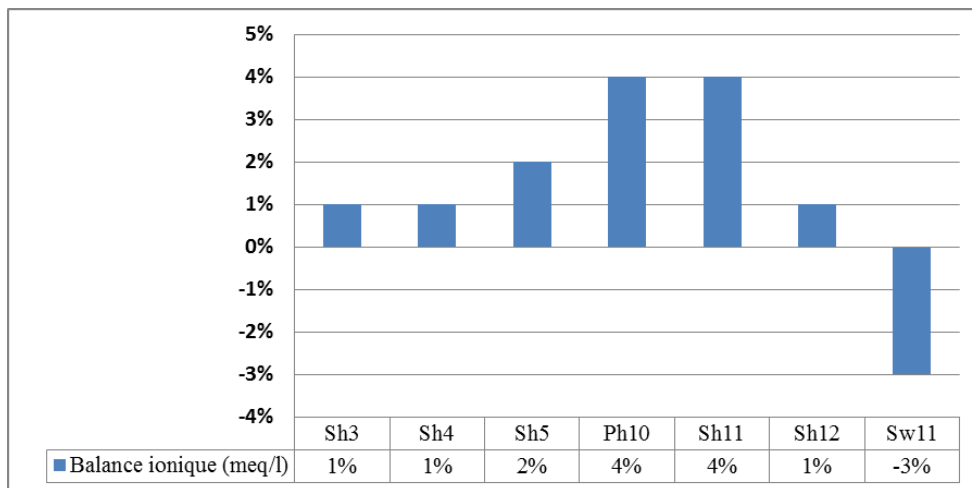
L'étude statistique de 7 analyses des eaux des nappes libres des systèmes aquifères de la Dorsale de Beni Hassan montre des valeurs des écarts types allant d'une valeur minimale de 0.56 pour le potassium à une valeur maximale de 50 pour les bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ). Cette dernière valeur signifie que la moyenne des bicarbonates est peu représentative et la dispersion de ces ions chimiques par rapport à la moyenne est grande. En se référant au coefficient de variance (CV%), on constate que les teneurs des éléments chimiques sont peu variables dans les eaux des nappes libres de la Dorsale de Beni Hassan et elles ne présentent pas une dispersion très remarquable autour de leur moyenne. Les bicarbonates sont les anions les plus dominants avec une moyenne de 295.15 mg/l tandis que, le cation le plus dominant est le calcium avec une moyenne de 96.75 mg/l. Généralement, les eaux des aquifères de la région sont exemptes de la Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) (fig.3).



**Fig. 3.** Les valeurs statistiques des concentrations caractéristiques en éléments majeurs d'eau des nappes libres des systèmes aquifères de la Dorsale de Beni Hassan

**3.2.1 L'ANALYSE DES BALANCES IONIQUES**

La figure 4 représente les balances ioniques calculées sur chacun des échantillons d'eau analysés issus des nappes libres de la Dorsale de Beni Hassan (7 analyses). Elles sont toutes comprises dans l'intervalle de -5% < NICB < 5%. Ces résultats présentent un argument en faveur de la fiabilité des données d'analyses.



**Fig. 4.** Représentation des balances ioniques calculées des échantillons d'eau des nappes libres de la région d'étude

**3.2.2 CATIONS**

Les diagrammes de distribution (fig.3) montrent des variations importantes des teneurs en cations des eaux des nappes libres de la Dorsale de Beni Hassan. Ils présentent un ordre d'abondance de type  $Ca^{2+} > Mg^{2+} > Na^+ > K^+$  (Fig. 3 et 5). Ces eaux souterraines analysées présentent des teneurs en cations comprises entre 5.27 à 7.70 meq/l pour une moyenne de 6.64 meq/l.

Les teneurs en ion dominant, le calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) varient entre 64.13 (Ph5) et 116.23 mg/l (Sh4) pour une valeur moyenne de 82.58 mg/l et la médiane de 112.22 mg/l (fig. 3). La majorité des valeurs sont regroupées autour de 115 mg/l au niveau de l'histogramme (fig. 5A).

Les concentrations en magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) oscillent entre 8.51 et 26.73 mg/l. La valeur médiane de 12.28 mg/l est inférieure à la moyenne de 15.28 mg/l, ce qui implique que plus de 50 % des analyses ont une valeur inférieure à la moyenne. Deux échantillons ont une teneur supérieure à 26 mg/l tandis que le reste est regroupé autour de 10 à 14 mg/l (fig. 5B). Leur composition est probablement influencée directement par les formations calcaréo-dolomitiques des aquifères logeant ces nappes d'eau. Les concentrations en sodium ( $\text{Na}^+$ ) sont variables d'une source à l'autre et s'inscrivent entre 3.5 mg/l et 21 mg/l. La valeur moyenne est de 12.10 mg/l, elle est supérieure à la médiane qui est de 11 mg/l (fig.3). Les valeurs sont concentrées autour de 8 mg/l et 12 mg/l et seulement deux points d'eau (Ph10 et Sh11) qui montrent des teneurs en sodium supérieur à 18 mg/l (fig. 5C).

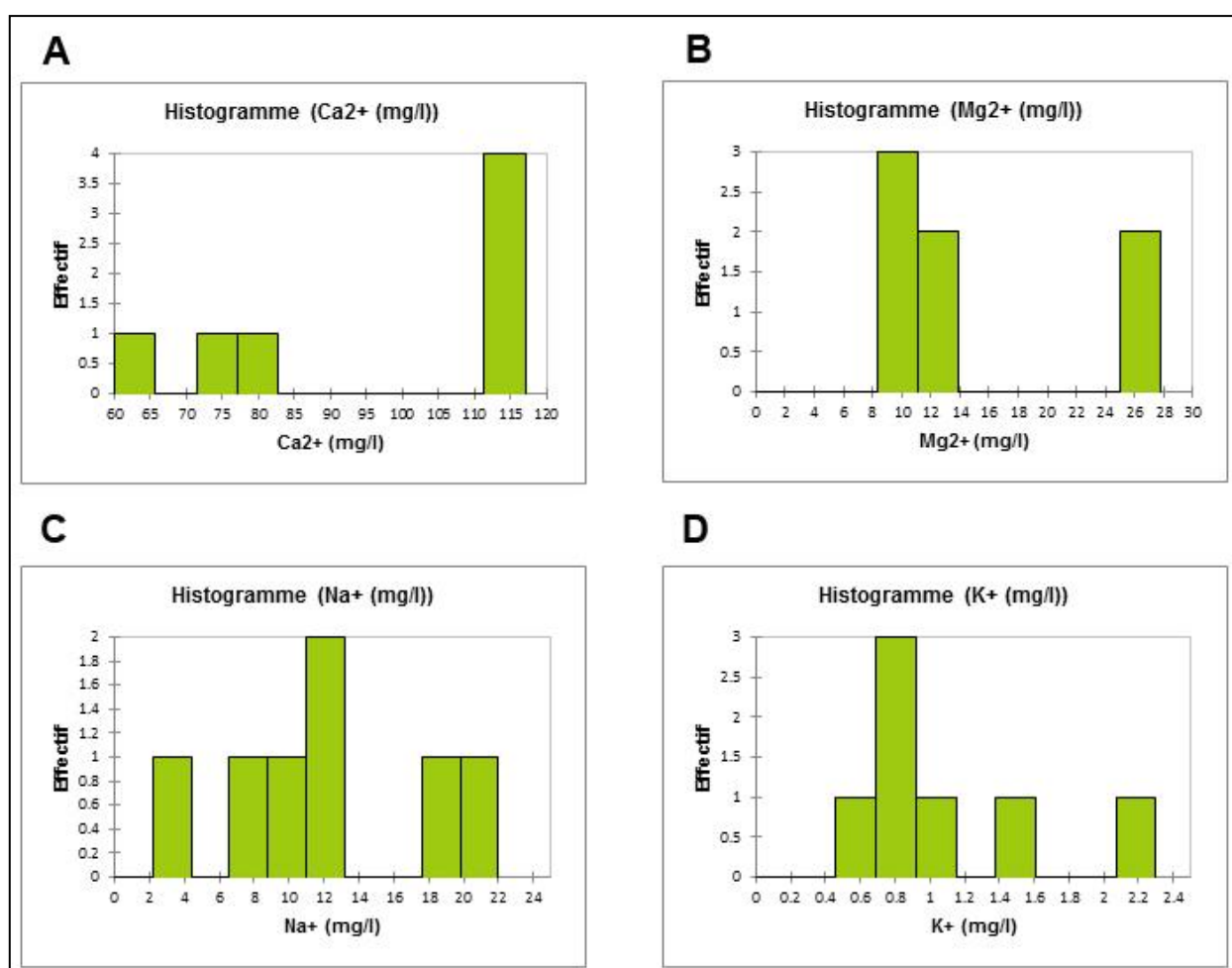


Fig. 5. Distribution des teneurs en cations des eaux des nappes libres de la Dorsale de Beni Hassan

Le cation le moins abondant dans les eaux des nappes libres de la dorsale de Beni Hassan est représenté par une teneur moyenne en potassium de 1.09 mg/l qui est supérieur à la médiane de 0.9 mg/l. Il montre une variabilité moins importante avec une valeur minimale de 0.6 et un maximum de 2.2 mg/l. Son coefficient de variation illustre très bien cette observation avec un pourcentage de 0.45 % (Fig. 3). Une seule analyse qui a la teneur de 2.2 mg/l. La majorité des valeurs sont regroupées autour de 0.6 et 1 mg/l au niveau de l'histogramme (Fig. 5D).

### 3.2.3 ANIONS

En ce qui concerne les anions des eaux souterraines analysées, ils présentent des teneurs comprises entre 5.17 meq/l à 7.16 meq/l pour une moyenne de 6.46 meq/l, plus proches de la médiane (6.87 meq/l). Ces anions montrent un ordre d'abondance de type  $\text{HCO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-}$ . Ces eaux sont exemptes de nitrate  $\text{NO}_3^-$  (fig. 3).

En se basant sur les histogrammes de la figure 6, les concentrations des teneurs en anions des eaux des nappes libres de la Dorsale de Beni Hassan sont généralement dissymétriques et dispersées dans l'ensemble. L'ion bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ) reste l'anion le plus dominant dans toutes les eaux des nappes libres de la Dorsale. C'est l'anion dont les variations de concentration ont les plus grandes amplitudes et qui sont dispersés par rapport à la moyenne de 295.15 mg/l avec un grand écart type de 52.84 %. Ses valeurs s'inscrivent entre un minimum de 222.91 mg/l et un maximum de 354.30 mg/l et plus de 50 % des points d'eau sont supérieurs à 310 mg/l (fig. 6 A). Par la suite, viennent les chlorures avec une moyenne de 44.48 mg/l supérieure à la médiane de 32.90 mg/l. Ses valeurs sont regroupées autour de 30 mg/l et 55m g/l. En outre, les ions sulfates marqués par une moyenne de 17.54 mg/l et des valeurs oscillantes entre un minimum de 8.49 mg/l et un maximum de 34.13 mg/l caractérisent l'eau de la source (Sw11) de la région Mezlafen El Oued (fig.1).

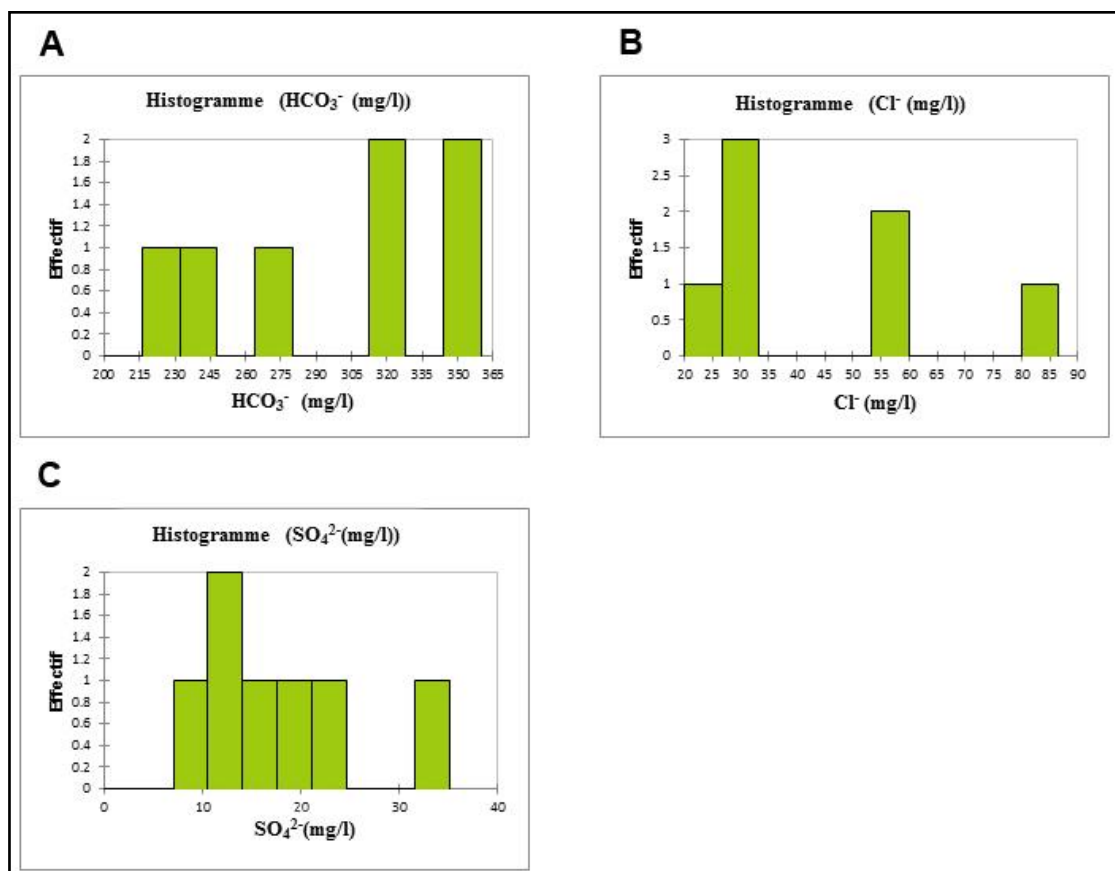


Fig. 6. Distribution des teneurs en anions des eaux des nappes libres de la Dorsale de Beni Hassan

### 3.2.4 CORRELATION ENTRE LES ÉLÉMENTS CHIMIQUES MAJEURS ET ORIGINE DE LA MINÉRALISATION

#### 3.2.4.1 INDICE DE SATURATION

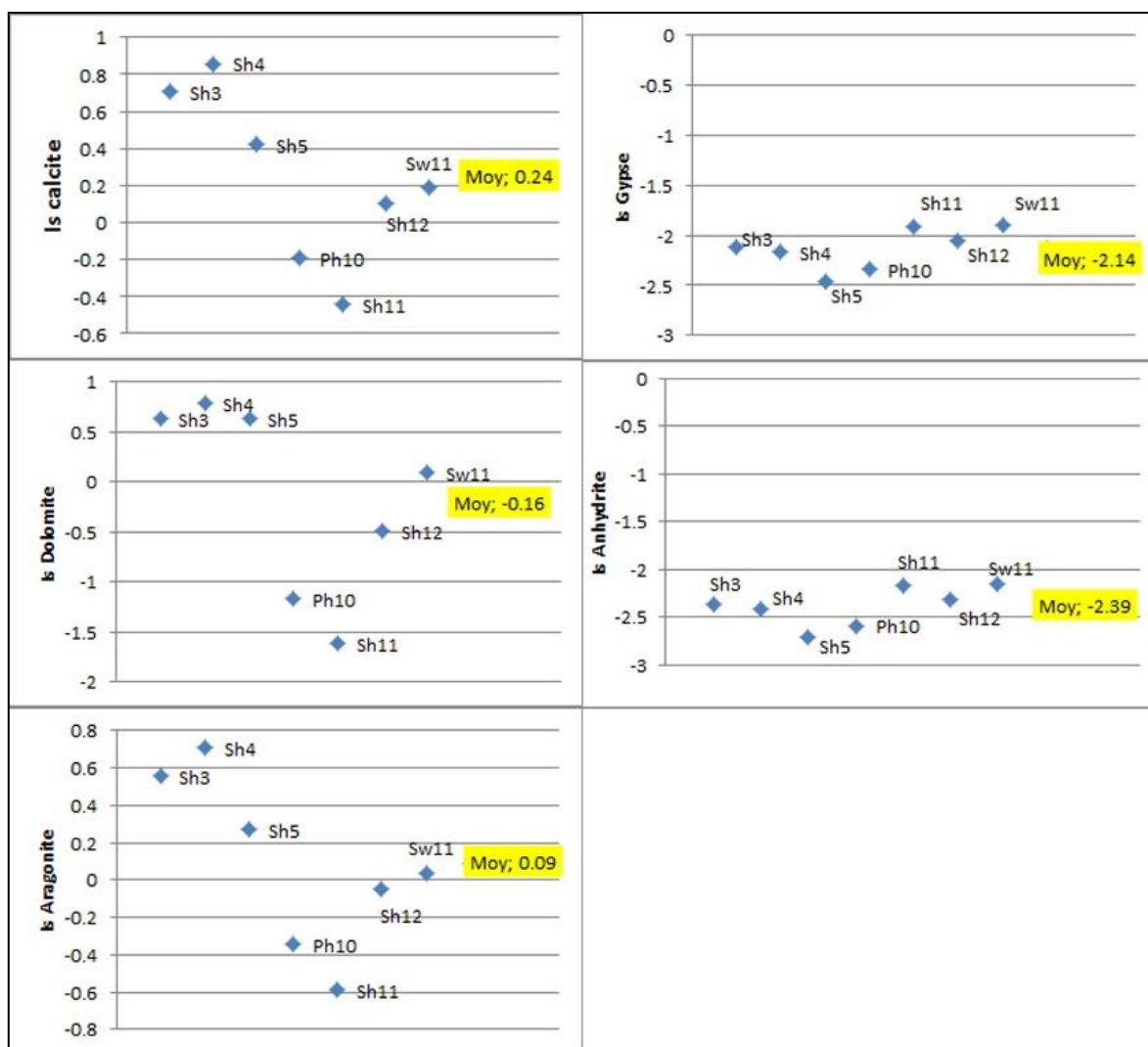


Fig. 7. Indice de saturation vis-à-vis des principaux minéraux

L'étude des équilibres chimiques des eaux souterraines des nappes libres de la dorsale de Beni Hassan et leur saturation vis-à-vis des minéraux est fondée sur le calcul des activités ioniques. Les indices de saturation (Is) sont calculés par le programme WateqF [18], [19]. La moyenne de l'indice de saturation de ces eaux est supérieure à zéro. Donc, ces eaux sont généralement sursaturées vis-à-vis de la calcite et de l'aragonite et sous-saturées vis-à-vis du gypse et de l'anhydrite. Pour la dolomite, certains points comme Sw11, Sh5, Sh4 et Sh3 sont sursaturés vis-à-vis de la dolomite tandis que les restes sont sous-saturés (Fig. 7). Ainsi, la minéralisation des eaux est acquise en grande partie par l'échange ionique avec les roches encaissantes et le substratum.

En conséquence, les ions dissous qui dominent et qui agissent essentiellement sur la minéralisation des eaux et définissent la géochimie des eaux des nappes libres de la Dorsale de Beni Hassan sont le calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) de la part des cations, et les bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) de la part des anions. La dissolution de ces ions est limitée par la saturation vis-à-vis de la calcite, de l'aragonite et de la dolomite chez certains points d'eau. La dominance de ces ions pourrait être expliquée par les constituants des formations carbonatées calciques, calco-magnésiennes dolomitiques et gréseuses des aquifères de la Dorsale de Beni Hassan.

### 3.2.4.2 CORRELATION ENTRE LA CONDUCTIVITE ET LES CATIONS (CA<sup>2+</sup> ET NA<sup>+</sup>)

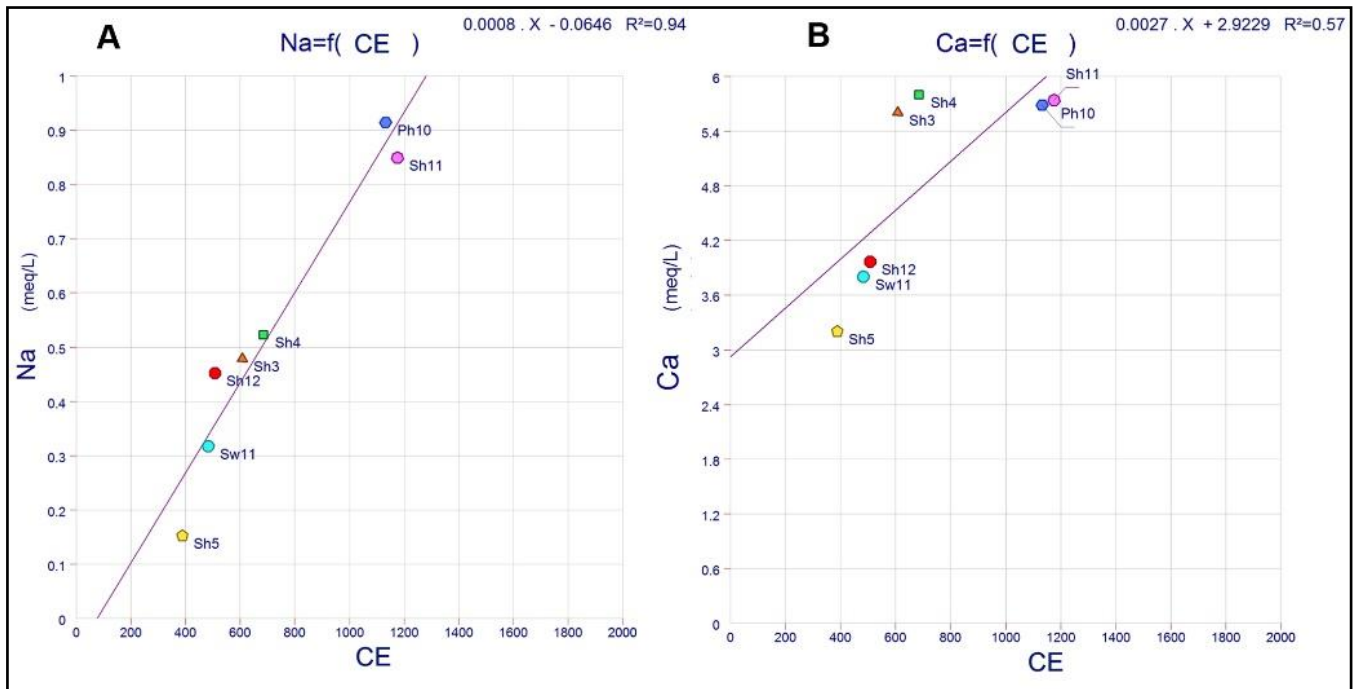


Fig. 8. Droites de régression entre la conductivité électrique (CE en  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) et les ions ( $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Na}^+$  en meq/L)

Les droites de régression des graphes binaires (fig. 8) montrent la relation étroite existante entre la variation de la conductivité électrique (CE en  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) en fonction des ions calcium et sodium en eaux des nappes libres de la dorsale de Beni Hassan. Elles montrent une corrélation linéaire presque parfaite entre la conductivité électrique des eaux et le sodium (fig. 8A) et une corrélation positive plus ou moins significative entre la conductivité et le calcium (fig. 8B). Cela indique que la conductivité des eaux est étroitement contrôlée par le sodium ( $R^2=0.94$ ) et le calcium ( $R^2=0.57$ ).

### 3.2.4.3 LE RAPPORT CARACTERISTIQUE ENTRE BICARBONATES ( $\text{HCO}_3^-$ ) ET LES CATIONS

Tenant compte de la dominance des bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) et du calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), il est important de vérifier la relation entre ces deux éléments. La figure 9 montre une corrélation positive très significative entre les bicarbonates et le cation dominant ( $\text{Ca}^{2+}$ ), tandis qu'avec le cation magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) la corrélation est négative. Cet enrichissement peut s'expliquer par la dissolution des roches sédimentaires carbonatées constituant les formations aquifères du système d'une part et bordant ce dernier d'autre part. C'est le cas, en particulier, des mécanismes impliquant la chimie des carbonates et les échanges de bases, comme le montre la figure 9. Les cations alcalino-terreux (en meq/l) se corrént différemment aux ions bicarbonate. La figure 9 B montre que 70% des points analysés qui se positionnent au-dessus de la droite de dissolution, indiquent une abondance en calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) dans les eaux des nappes libres de la Dorsale de Beni Hassan.

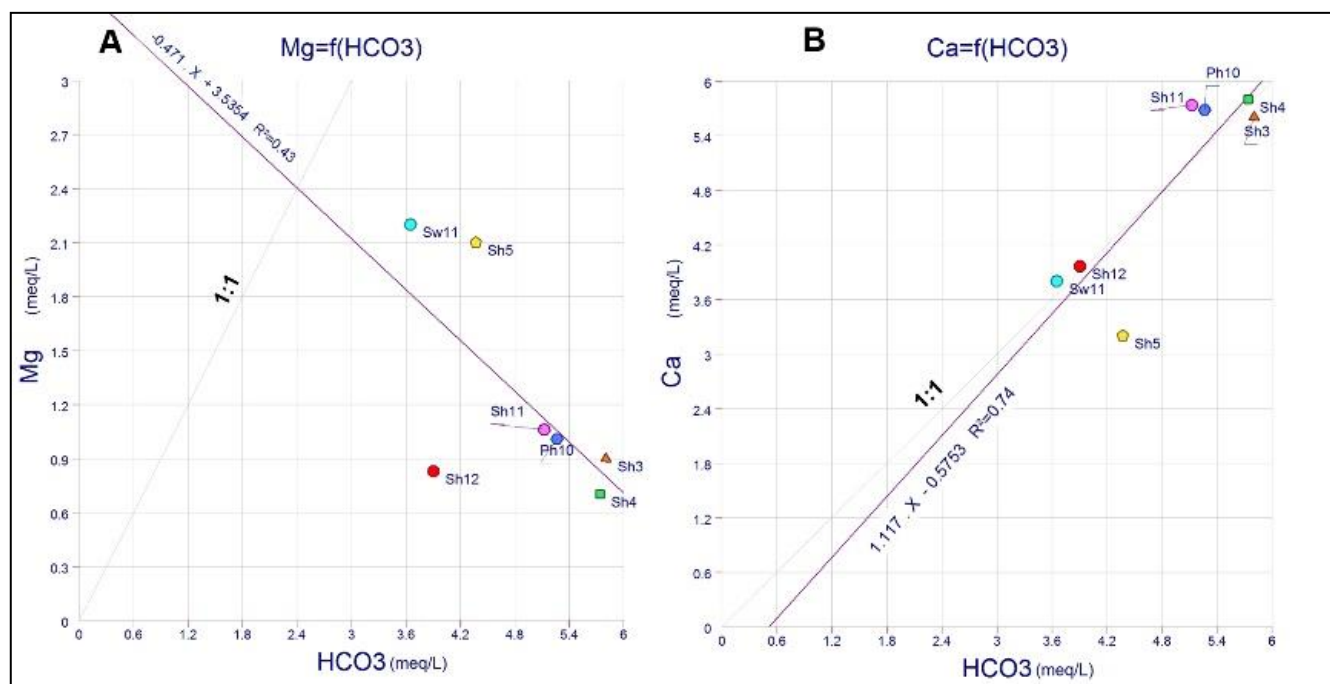


Fig. 9. Rapport entre la teneur en Bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) et les cations ( $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ ) dans les eaux des nappes libres de la Dorsale de Beni Hassan

### 3.2.4.4 LES RAPPORTS CARACTERISTIQUES ENTRE LES CHLORURES ET LES AUTRES ÉLÉMENTS CHIMIQUES

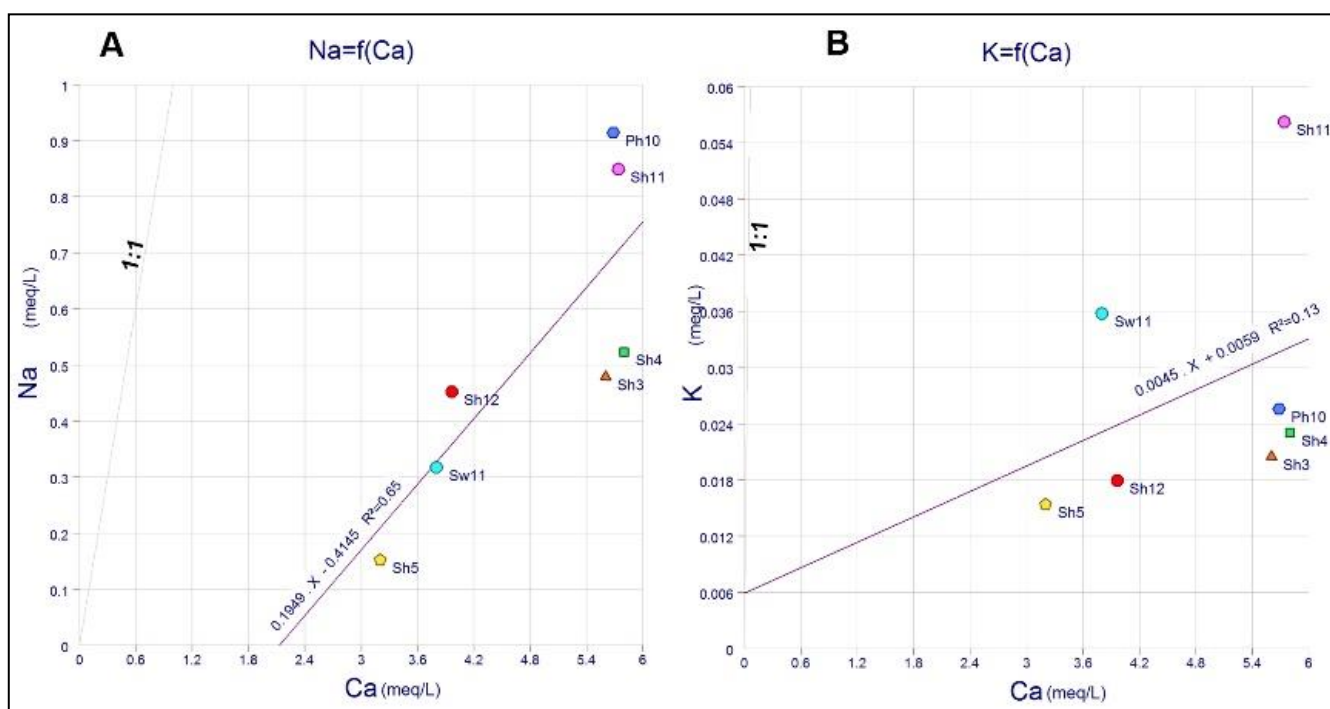


Fig. 10. Relation entre la teneur en chlorure ( $\text{Ca}^{2+}$  en meq/l) et les ions potassium et sodium ( $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$ ) dans les eaux des de la zone d'étude

La représentation graphique de l'évolution des teneurs en sodium ( $\text{Na}^+$ ) et potassium ( $\text{K}^+$ ) en fonction des concentrations en chlorures (fig. 10 A et B), montre que, tous les échantillons analysés se trouvent au-dessous de la droite de la dissolution (1:

1) de l'halite (NaCl) et de la Sylvine ou du sel amer (KCl); ce qui explique la présence considérable de l'ion chlorure (Cl<sup>-</sup>) dans les eaux des nappes libres de la Dorsale de Beni Hassan. Cela favorise l'existence d'une autre origine pour l'ion chlorure qui fait accroître la concentration des chlorures par rapport à celle du sodium et du potassium. Comme cet excès en chlorures est accompagné d'un déficit en sodium et en potassium dans les eaux, il peut être expliqué par le phénomène d'échange de base lié aux minéraux argileux qui fixent l'ion Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> après libération des ions Ca<sup>2+</sup> (l'hydrolyse des silicates dans les grès (Flyschs) et les argiles (Unité de Tanger). Cette proposition est illustrée par la figure (fig. 10) qui montre une bonne corrélation entre le Ca<sup>2+</sup> et Na<sup>+</sup> d'une part et d'autre part une mauvaise corrélation entre calcium et potassium, donc d'une façon générale un excès en Ca<sup>2+</sup> par rapport à la droite de la pente (1: 1).

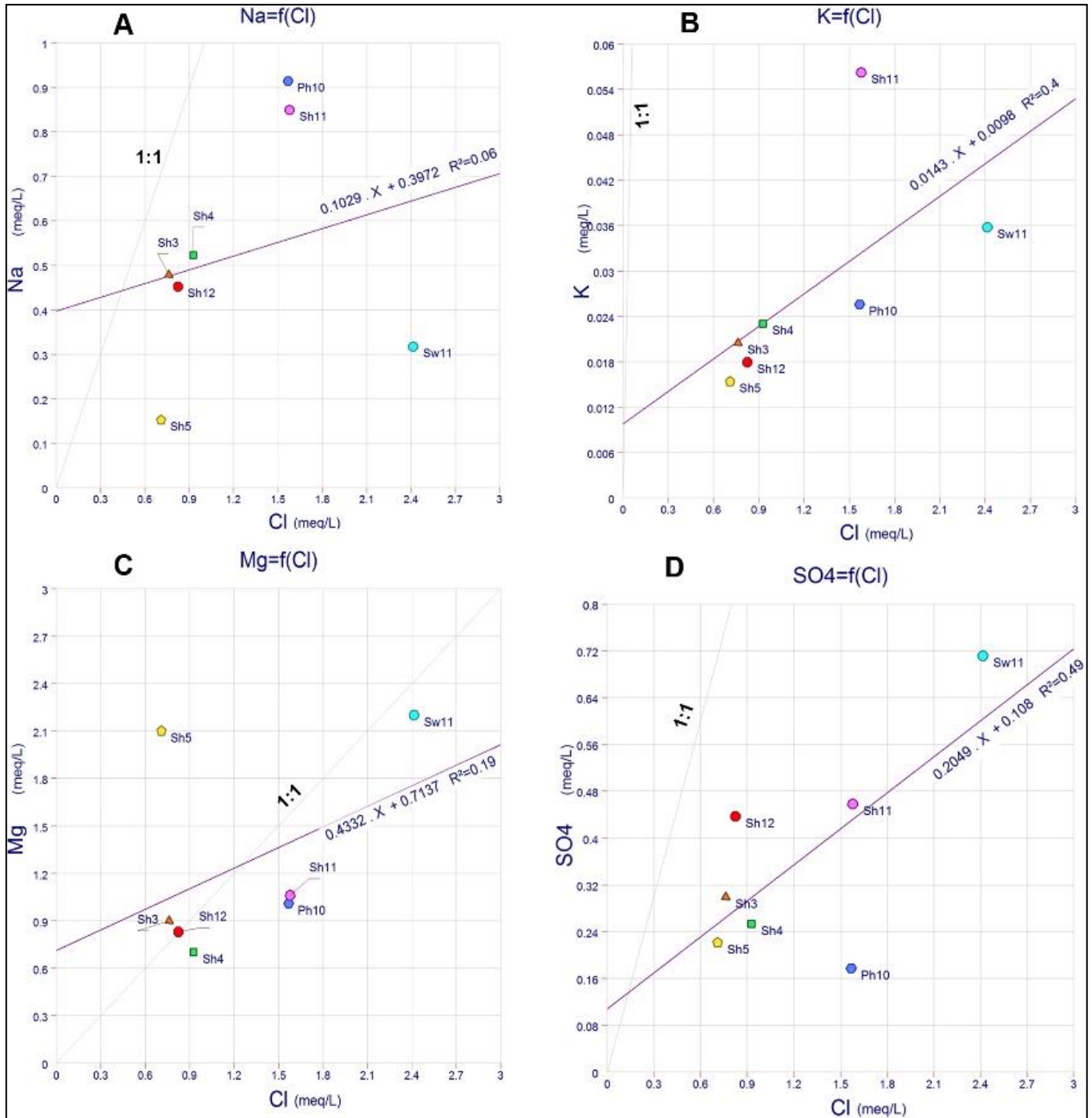


Fig. 11. Relation entre la teneur en chlorure (Cl en meq/l) et certains éléments chimiques (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup> et SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) dans les eaux des de la Dorsale de Beni Hassan

Les figures 11 (C et D) montrent que le chlorure est toujours en quantité supérieure par rapport aux ions Magnésium et Sulfate dans les eaux des nappes libres du secteur d'étude.

### 3.2.4.5 LE RAPPORT CARACTERISTIQUE ENTRE CALCIUM ET MAGNESIUM

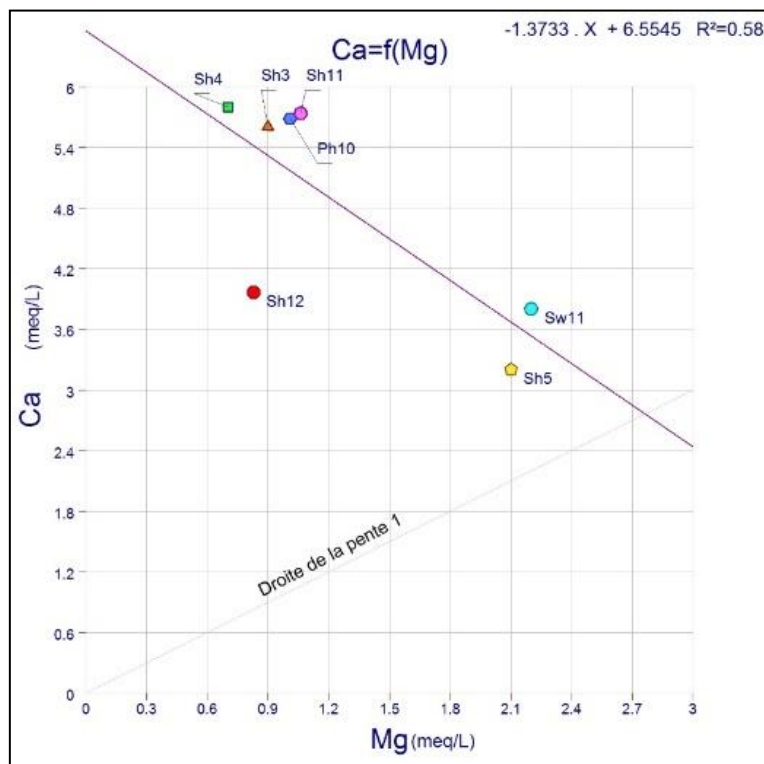


Fig. 12. Le rapport  $Mg^{2+} / Ca^{2+}$  des eaux souterraines des nappes libres de la Dorsale de Beni Hassan

La figure 12 montre une corrélation négative plus ou moins significative entre le magnésium ( $Mg^{2+}$ ) et le calcium ( $Ca^{2+}$ ) et que la totalité des échantillons se situent au-dessus de la droite de la pente 1 mettant en évidence un excès en  $Ca^{2+}$  qui semble s'accroître avec l'augmentation de la minéralisation. Généralement, cette évolution peut s'expliquer par un apport prédominant de  $Ca^{2+}$  issu de lessivage des roches carbonatées et des Flyschs formant les aquifères des nappes libres de la Dorsale calcaréo-dolomitique d'une part et des argiles des substratums d'autre part.

### 3.3 ANALYSE STATISTIQUE MULTIVARIABLE

Pour l'analyse en composantes principales, nous avons réalisé une étude touchant à tous les points d'eaux analysés des systèmes aquifères de la dorsale de Beni Hassan. Cette analyse a été faite en se basant sur 10 paramètres physico-chimiques (Tableau 1) provenant de ces eaux souterraines et elle nous permet de décrire ou de classer les données pour permettre l'interprétation du fonctionnement hydrogéochimique de l'aquifère et de mettre en évidence les associations entre les différentes variables et l'existence éventuelle de sous-populations.

Tableau 1. Les codes des variables utilisés pour le traitement de l'ACP

Variables	Température d'eau	Le potentiel hydrogène	Conductivité ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	$HCO_3^-$	$Cl^-$	$SO_4^{2-}$
Code	T°C	pH	Cond	Ca	Mg	Na	K	HCO3-	Cl	SO4

### 3.3.1 MATRICE DE CORRELATION

La matrice des corrélations des paramètres physico-chimiques des 7 analyses d'eau issues des systèmes aquifères du secteur-objet d'étude montre des liaisons de corrélation considérables entre certains paramètres physico-chimiques. Au regard des résultats de ce tableau, il existe des corrélations positives et négatives plus significatives représentées sous forme de (Tableau 2):

**Tableau 2.** Matrice de corrélation des eaux des nappes libres de la Dorsale de Beni Hassan

Variabes	T°C	pH	e25°C	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
T°C	<b>1</b>									
pH	0.215	<b>1</b>								
e25°C	-0.116	<b>-0.876</b>	<b>1</b>							
Ca <sup>2+</sup>	0.290	-0.409	<b>0.757</b>	<b>1</b>						
Mg <sup>2+</sup>	-0.589	0.243	-0.460	<b>-0.760</b>	<b>1</b>					
Na <sup>+</sup>	-0.073	<b>-0.839</b>	<b>0.968</b>	<b>0.803</b>	-0.610	<b>1</b>				
K <sup>+</sup>	-0.139	<b>-0.708</b>	0.644	0.358	0.029	0.534	<b>1</b>			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.484	-0.064	0.485	<b>0.862</b>	<b>-0.656</b>	0.493	0.018	<b>1</b>		
Cl <sup>-</sup>	<b>-0.771</b>	-0.382	0.285	-0.015	0.440	0.238	<b>0.635</b>	-0.385	<b>1</b>	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-0.285	-0.061	-0.209	-0.337	0.417	-0.208	0.502	-0.652	<b>0.697</b>	<b>1</b>

- Une très bonne corrélation entre la conductivité et l'ion de sodium (0.968) et de calcium (0.757);
- Une bonne corrélation positive entre les bicarbonates et le calcium (0.862) et une corrélation négative entre le magnésium et les bicarbonates (-0.656);
- Une corrélation significative entre chlorure et sulfate (0.697), entre chlorure et potassium (0.635) et entre Mg<sup>2+</sup> et les ions So<sub>4</sub><sup>2-</sup> et Cl<sup>-</sup> à un degré moindre (0.417) et (0.449) successivement.

La minéralisation des eaux souterraines des nappes libres de la Dorsale de Beni Hassan est acquise en grande partie par l'échange ionique avec les roches sédimentaires carbonatées qui dominent la région. Les relations entre les teneurs des éléments chimiques présents dans ces eaux montrent que la minéralisation est régie par le calcium et le magnésium pour les cations, par les bicarbonates et les chlorures pour les anions.

### 3.3.2 CERCLE DE CORRELATION ET ANALYSE HIERARCHIQUE ASCENDANTE (HCA)

Le tableau 3 et le cercle de corrélation (Fig. 13) examinent les liens entre les variables. Ils montrent que les axes factoriels (F1 et F2) portent 78.14 % d'informations ou de données. Le premier axe (F1) exprime 41.93 % de la variance totale et le deuxième, 36.21 %. La représentation à l'aide des deux premiers facteurs rend compte de manière satisfaisante de la structure des nuages de points. Cette somme indique ainsi que la représentation plane de la distribution spatiale des individus contient 78.14 % de l'information totale donnée par les mesures. Elle est donc très significative pour observer le comportement global des échantillons.

**Tableau 3.** Représentativité des axes factoriels des eaux des nappes aquifères de la Dorsale de Beni Hassan

Axe factoriel	F1	F2	F3
Valeur propre	4,19	3,62	1,08
Variabilité (%)	41,93	36,21	10,83
% cumulé	41,93	78,14	88,97

La représentation graphique du cercle de corrélation (Fig. 13) met évidence trois grands regroupements et deux sous-regroupement des paramètres étudiés dans les eaux souterraines de la région d'étude. Ces variables sont donc bien représentées. La conductivité, les ions dominants (Ca<sup>2+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) et le sodium présentent non seulement une très forte corrélation positive entre eux, mais aussi avec l'axe F1 en formant le premier regroupement. Ceci nous permet de conclure que l'axe F1 oppose les eaux très minéralisées aux eaux moyennement minéralisées. Il met en évidence une minéralisation de l'eau par le phénomène de dissolution de la roche. Le facteur F1 définit donc un axe de minéralisation globale de l'eau par le phénomène de dissolution de la roche calcaire à la suite d'un long temps de contact eau-roche et le phénomène d'échange de

base qui est le deuxième mécanisme dans l'acquisition des ions dans les eaux souterraines du secteur d'étude. Tandis que, la température, le pH, le  $Mg^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$  et  $Cl^-$  présentent une corrélation très remarquable avec l'axe F2. Il représente l'axe le plus minéralisé par les ions  $Mg^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$  et  $Cl^-$

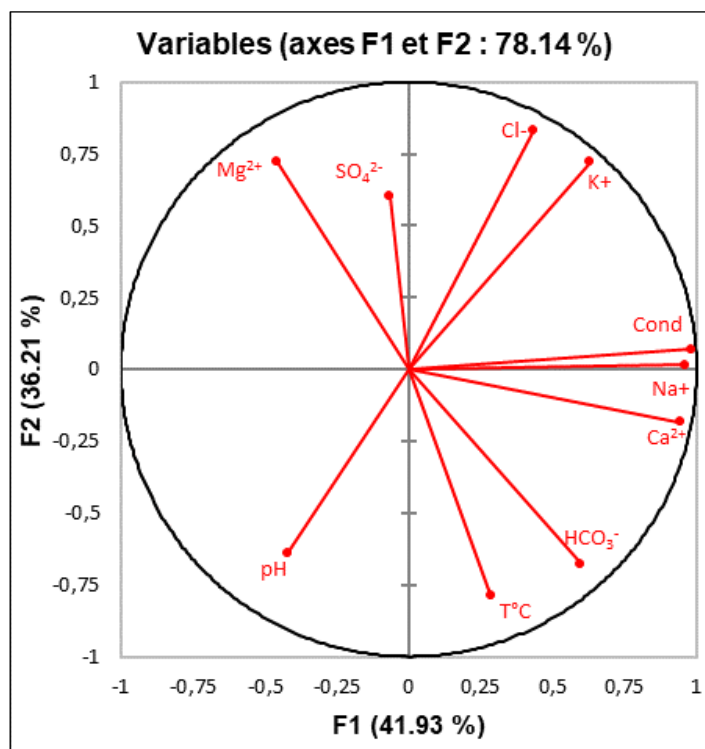


Fig. 13. Cercle de corrélation des variables explicatives des eaux des aquifères de la dorsale de Beni Hassan sur le plan factoriel (F1 et F2)

La projection des variables physico-chimiques et des points d'eaux analysées sur le plan factoriel (F1 x F2) suggère trois classes ou groupes et deux sous-groupes d'eau souterraine caractérisant la dorsale de Beni Hassan (Fig. 14).

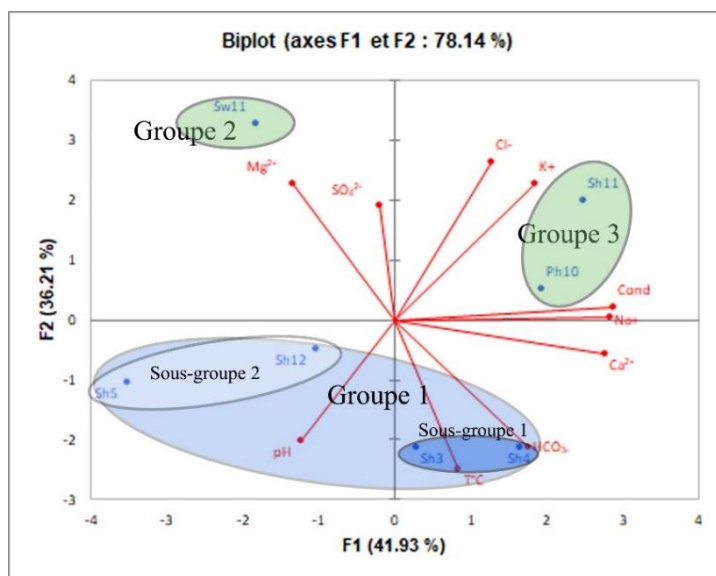


Fig. 14. Carte factorielle des variables explicatives et des points d'eaux analysées des aquifères de la Dorsale de Beni Hassan

Le dendrogramme appliqué aux 7 échantillons d'eau des aquifères de la dorsale de Beni Hassan révèle quelques indications sur le niveau de similitude entre les points d'eau formant trois classes ou groupes et qui sont liés entre eux à une distance euclidienne importante (23), ce qui indique que les échantillons des trois groupes sont géochimiquement distincts.

Le groupe 1 (Sources: Sh3, Sh4, Sh5 et Sh12) est corrélé négativement à l'axe F2 de minéralisation en ions  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  et  $\text{SO}_4^{2-}$ . Il se divise en 2 sous-groupes; le sous-groupe 1 (Sources Sh3 et Sh4) est corrélé positivement à l'axe F1, il représente un sous-groupe d'eau le bien minéralisé, tandis que le sous-groupe 2 (Source Sh5 et Sh12) représente les eaux moyennement minéralisées et il corrèle négativement avec l'axe de minéralisation globale F1 (fig. 14) (fig. 15).

Le groupe 2 (Source Sw11) et le groupe 3 (Puits Ph10 et source Sh11) sont corrélé positivement avec l'axe F2. Au contraire, on trouve que le groupe 3 corrèle positivement avec l'axe F1 et par conséquent, il représente le groupe d'eau le très bien minéralisé, tandis que le groupe 2 corrèle négativement avec l'axe de minéralisation globale (F2) donc, il appartient aux groupes d'eau souterraine qui sont généralement moyennement minéralisés (fig. 14) (fig. 15).

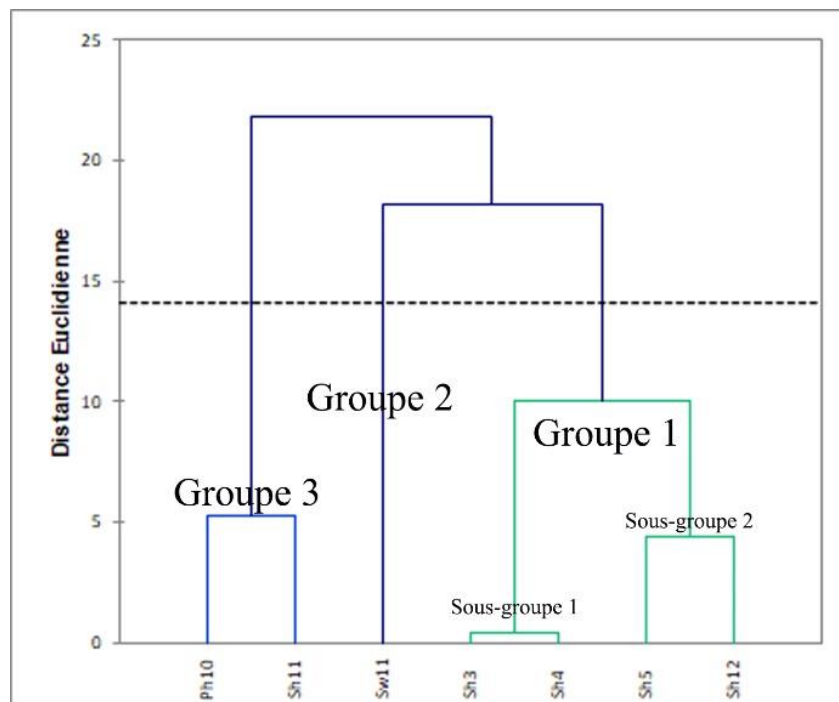


Fig. 15. Dendrogramme des eaux analysées des systèmes aquifères de la Dorsale de Beni Hassan

Du point de vue hydrogéochimique, les eaux souterraines analysées du secteur d'étude sont exemptes de l'élément «Nitrate» et en accord avec les normes internationales de potabilité [20] (fig. 3). Ces résultats hydrogéochimiques corroborent les interprétations hydrogéologiques de ces systèmes aquifères [21].

#### 4 CONCLUSION

Le faciès géochimique des eaux souterraines de la région d'étude est à dominance bicarbonatée calcique. Ces eaux montrent généralement un état de saturation pour la majorité des échantillons vis-à-vis de la calcite, l'aragonite et la dolomite (à un degré moindre), et un état de sous-saturation vis-à-vis du gypse et de l'anhydrite. L'application des analyses statistiques descriptives à l'étude hydrogéochimique des eaux de la région a bien confirmé que la recharge des nappes aquifères se fait par l'infiltration des eaux des précipitations (pluie + neige) qui tombent au niveau des crêtes des massifs gréseux et calcaréodolomitiques de la Dorsale de Beni Hassan. L'étude des corrélations établies entre les concentrations des principaux éléments majeurs et la conductivité électrique a permis de remonter à l'origine de la minéralisation des eaux des systèmes aquifères du secteur d'étude et elle nous révèle l'existence de 3 classes d'eau (dont 2 sous-classes) qui montrent une minéralisation variée de moyennement minéralisée, bien minéralisée à très bien minéralisée.

## REFERENCES

- [1] M. BZIOUI, "La mobilisation de l'eau par les barrages collinaires," *Rev. marocaine génie civil*, pp. 14, 17–19, 1986.
- [2] B. Abdellaoui, A. Merzouk, M. Aberkan, and J. Albergel, "Hydrological balance and siltation of the Saboun dam (Morocco)," *Rev. des Sci. l'Eau*, vol. 15, no. 4, pp. 737–748, 2002, doi: 10.7202/705478ar.
- [3] A. J. Boulton, "Recent progress in the conservation of groundwaters and their dependent ecosystems," *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*, vol. 19, no. 7, pp. 731–735, 2009.
- [4] P. J. Hancock, A. J. Boulton, and W. F. Humphreys, "Aquifers and hyporheic zones: towards an ecological understanding of groundwater," *Hydrogeol. J.*, vol. 13, no. 1, pp. 98–111, 2005.
- [5] S. Amalfitano et al., "Groundwater geochemistry and microbial community structure in the aquifer transition from volcanic to alluvial areas," *Water Res.*, vol. 65, pp. 384–394, 2014.
- [6] T. Di Lorenzo, M. Cifoni, P. Lombardo, B. Fiasca, and D. M. P. Galassi, "Ammonium threshold values for groundwater quality in the EU may not protect groundwater fauna: evidence from an alluvial aquifer in Italy," *Hydrobiologia*, vol. 743, no. 1, pp. 139–150, 2015.
- [7] S. Iepure, R. Meffe, F. Carreño, R. L. Rasines, and I. de Bustamante, "Geochemical, geological and hydrological influence on ostracod assemblages distribution in the hyporheic zone of two Mediterranean rivers in central Spain," *Int. Rev. Hydrobiol.*, vol. 99, no. 6, pp. 435–449, 2014.
- [8] C. A. J. Appelo and D. Postma, "Geochemistry, groundwater and pollution: Rotterdam," *AA Balkema*, vol. 536, no. 2, pp. 237–247, 1993.
- [9] J. D. Hem and G. S. (US), "Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water," 1989.
- [10] A. Piqué, *Géologie du Maroc: les domaines régionaux et leur évolution structurale*. Imprimerie el Maarif al Jadida, 1994.
- [11] G. Suter, "Carte structurale de la chaîne rifaine au 1/500 000," *Notes Mémoires du Serv. géologique du Maroc*, vol. 245, 1980.
- [12] W. Wildi, "La chaîne tello-rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie): structure, stratigraphie et évolution du Trias au Miocène," *Rev. Geogr. Phys. Geol. Dyn.*, vol. 24, no. 3, pp. 201–297, 1983.
- [13] M. Durand-Delga, *La courbure de Gibraltar, extrémité occidentale des chaînes alpines, unit l'Europe et l'Afrique*. Birkhäuser, 1972.
- [14] DIDON J., HOGGA A., HADDANE M., *Carte géologique de SOUK LARBAA BENI HESSANE (Echelle 1/50000)*. 2004.
- [15] S. E. M. Saadi, E. A. Hilali, and A. Boudda, "Carte géologique du Rif. Ministère d'Énergie et des Mines Maroc," *Serv. Géol. Not. Mém*, no. 254, 1980.
- [16] EL MRIHI A., "Structure et cinématique de mise en place des nappes de flysch mauritaniens (Rif externe nord occidental) : Elaboration d'un modèle," Abdelmalek Essaadi, *Fac. Sci. Tétouan*, 2005.
- [17] N. M. et coll. Rodier, J. Bernard LEGUBE, *L'analyse de l'eau.*, 9e ed. Paris: ISBN 978-2-10-054179-9, 2009.
- [18] L. N. Plummer, B. F. Jones, and A. H. Truesdell, *WATEQF-a FORTRAN IV version of WATEQ: a computer program for calculating chemical equilibrium of natural waters*, vol. 76, no. 13. Department of the Interior, Geological Survey, Water Resources Division, 1976.
- [19] K. Abid, R. Trabelsi, K. Zouari, and B. Abidi, "Caractérisation hydrogéochimique de la nappe du Continental Intercalaire (sud tunisien) /Hydrogeochemical characterization of the Continental Intercalaire aquifer (southern Tunisia)," *Hydrol. Sci. J.*, vol. 54, no. 3, pp. 526–537, 2009.
- [20] O. M. de la Santé, "Directives de qualité pour l'eau de boisson: volume 2: critères d'hygiène et documentation à l'appui," in *Directives de qualité pour l'eau de boisson: volume 2: critères d'hygiène et documentation à l'appui*, Genève, 2000, p. 341.
- [21] R. ALILOUCH, K. EL MORABITI, and A. Aziz EL MRIHI, "The contribution to hydrogeological and hydrochemical knowledge of the aquifers in the east side of Bouhachem area (Tetouan, Morocco)," *J. Mater. Environ. Sci.*, vol. 8, no. 12, pp. 4510–4522, 2017, doi: 10.26872/jmes.2017.8.12.476.

## L'effet des fertilisants organiques (crottin de chèvre et fumier de vache) sur la croissance: Le développement et le rendement de bananiers en station de Mulungu

### [ The effect of the organic fertilizing (dung of goat and manure of cow) on the growth: The development and the yield of banana in station of Mulungu ]

*Shabani Salumembe, Dambo Shungu, Kashema Balola, Musimwa Kashamuka, Mundundu Kasanziki, Nzama Djaimbu, Mafutala Ndjadi, Kalome Kabaseko, Bulambo Kilongo, and Takubusoga Wakilongo*

Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomique - Mulungu (INERA), RD Congo

Copyright © 2020 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 value the effect of two organic fertilizers (dung of goat and manure of cow) on the growth parameters and yield of the three varieties of banana (*Musa spp*) cultivated in Mulungu station. The test was conducted according to a device in split plot with three replicates. Three treatments have been valued: the dung of goat (T<sub>1</sub>), the manure of cow (T<sub>2</sub>) and a control treatment (without fertilizers) T<sub>0</sub>. The observations were about the circumference to the collar, the circumference to 1m the collar, the height of the banana trees, the number of the hands, the number of the fingers, the length of the fingers, the yield in régime. The gotten results showed that on the soil of the station of Mulungu, the banana trees dealt with 10 kg of dung of cool goat or manure of cow generated the best growths. However, the dung of goat to the same dose permit to get the best middle values of the length of the fingers 20.667cm, of outputs of 48,8 T/has is 75% during the survey.

**KEYWORDS:** Effect, manure, dung of goat, manure of cow, banana, Mulungu.

**RESUME:** L'objectif de cette étude était d'évaluer l'effet de deux fumures organiques (crottin de chèvre et fumier de vache) sur les paramètres de croissance et de rendement des trois variétés de bananier (*Musa spp*) cultivé en station de Mulungu. L'essai a été conduit suivant un dispositif en split plot à 3 répétitions. Trois traitements ont été évalués à savoir: le crottin de chèvre, le fumier de vache et le témoin naturel (sans amendement). Les observations ont porté sur la circonférence au collet, la circonférence à 1m du collet, la hauteur des plants de bananiers, le nombre des mains, le nombre des doigts, la longueur des doigts, le rendement en régime. Les résultats obtenus ont montré que sur le sol de la station de Mulungu, les plants de bananiers traités avec 10 kg de crottin de chèvre frais ou de fumier de vache ont généré les meilleures croissances. Cependant, le crottin de chèvre à la même dose a permis d'obtenir les meilleures valeurs moyennes de la longueur des doigts 20.667cm, de rendements de 48,8 T/ha soit 75% au cours de l'étude.

**MOTS-CLEFS:** Effet, engrais, crottin de chèvre, fumier de vache, banane, Mulungu.

## 1 INTRODUCTION

La banane (*Musa spp.*) Originnaire d'Asie du Sud Est, est cultivée dans plus de 120 pays du monde où elle joue un rôle important dans la sécurité alimentaire. Son centre de diversification semble être la Malaisie ou l'Indonésie. Il s'est propagé vers l'Afrique de l'Ouest il y a au moins 2500 ans [1-3].

Elle occupe le quatrième rang des denrées alimentaires les plus importantes après le riz, le blé et le lait dans le monde [4]. La banane constitue la principale source alimentaire de nombreuses populations à travers le monde et particulièrement dans les pays tropicaux [5]. La culture de la banane, depuis des années est l'une des principales sources de revenu de l'économie agricole, cependant, si au cours des années, elle a été un gros consommateur de produits, maintenant la recherche se concentre sur des systèmes d'agriculture respectueux de l'environnement [6]. La banane et le plantain constituent plus de 48% des productions dans certains pays comme l'Ouganda, le Rwanda et le Burundi dans lesquels ces deux fruitiers sont très dominants [7]. La richesse énergétique de la banane est liée à sa teneur en matière sèche. La banane est un aliment idéal pour les enfants en bas âge, les invalides et les personnes atteintes par le VIH/sida [8].

Sa culture constitue une source de revenus importants, d'emplois et de recette d'exportation [9]. Les déchets de banane constituent un produit riche en eau et en minéraux, mais très pauvres en azote [10]. Une étude menée en Tanzanie, révèle que les feuilles, les épluchures (peaux) de banane et les pseudo-troncs du bananier possèdent une certaine valeur nutritive pour être un bon aliment pour les vaches laitières et les bovins [11]. En outre, ils sont souvent exploités pour l'alimentation du bétail et la volaille (7,5%) [12].

Cependant, la culture de la banane est confrontée à de nombreuses contraintes. En effet, cette culture, pratiquée en majorité par des petits exploitants ruraux à faibles revenus [13]. Elle repose encore largement sur les petites exploitations de subsistance à faible productivité. Aussi, avec l'accroissement démographique qui entraîne une forte pression sur les réserves foncières, tous les types de sols sont-ils mis en culture [14].; c'est le cas des sols sableux et argileux qui connaissent de nos jours une expansion de la culture de la banane. De plus, ces sols sableux sont dotés d'une très grande perméabilité à l'eau et possèdent une très faible fertilité naturelle [15]. Pour remédier à la faible fertilité naturelle de ces sols, l'utilisation des engrais chimiques qui permet de corriger le déficit du sol en élément minéraux et d'améliorer la productivité des cultures a été envisagée [16]. En termes de nutrition minérale, la croissance de la plante n'est possible que si les besoins importants en azote et en potassium sont satisfaits. Les besoins en autres éléments minéraux sont faibles mais stricts [17]. Toutefois, le coût élevé de ces fertilisants chimiques les rend presque inaccessibles aux petits paysans [18]. De plus, l'appauvrissement des sols, la destruction de certaines microflore et microfaunes du sol ainsi que la diminution des teneurs en matières organiques des sols suite à l'utilisation exagérée de ces produits chimiques, limite leur utilisation [19]. Cette situation ne permet donc pas de maintenir la fertilité des sols à long terme. Face à cette situation, les agriculteurs utilisent les fertilisants organiques qui constituent une source optimale d'éléments nutritifs pour les plantes [20], comme une des solutions alternatives.

La fumure organique des sols d'une façon générale, mais a fortiori en situation de sécheresse, est indispensable pour assurer une productivité agricole durable des sols.

La présente étude a été initiée afin d'évaluer le pouvoir fertilisant de deux fumures organiques (crottin de chèvre et la bouse de vache) sur les paramètres de croissance et rendement des 3 variétés groupées à 2 types de banane cultivé sur le sol basaltique altéré en station de Mulungu.

## **2 MILIEU, MATÉRIEL ET MÉTHODES**

### **2.1 SITE D'ÉTUDE**

Cette étude a été conduite à la station de recherche de l'INERA Mulungu dans l'intervalle de Septembre 2016 et Novembre 2018. Le site est localisé à 28° 46' E, 2° 20' S. à 1700m, à 25 Km de la ville de Bukavu, en RDC.

Le terrain utilisé a connu comme précédant cultural, les cultures suivantes: le manioc, maïs, haricot et patate douce.

Le site jouit d'un climat du type Aw3 dans la classification de Koppen avec 3 mois de sécheresse (Juin, Juillet, et Aout). La moyenne annuelle de pluie avoisine 1500mm. Le sol de Mulungu est du type volcanique, ayant un pH compris entre 5,8 – 6,2. Il est composé de carbone organique. (C. 2,4%), du phosphore (P 3,3–0,95mg/Kg), du calcium échangeable (Ca<sub>0,31±0,12</sub>meq/100g), potassium échangeable (K 0,19±0,12méq/100g), (Na 0,28±0,20meq/100g), (C/N 26,36±21,25), (N= 0,11±0,16%).

Ce sol avec horizon humifère souvent épais lorsque l'érosion est faible ou absente. Le phosphore ainsi que le potassium sont souvent faibles, mais pas toujours. Des apports de l'azote sous forme organique ou minérale donnent de très bonnes réponses suivi de phosphore.

## 2.2 MATERIEL ET MÉTHODE

L'étude était conduite suivant un dispositif expérimental en split plot avec comme facteur principal le type de fertilisants organiques dont: le Fumier de vache (Fv), crottin de chèvre (Cc); et le facteur secondaire constitué de 3 variétés de bananiers: FHIA17, FHIA25 et BARHABESHE. Chaque répétition comprend 3 parcelles correspondant aux 3 variétés traités aux 2 fertilisants et un témoin dont:

- T<sub>0</sub>= témoin (parcelles sans engrais),
- T<sub>1</sub>= Parcelles avec application de crottin de chèvre dans chaque trou,
- T<sub>2</sub>= Parcelles avec application de fumier de vache dans chaque trou.

Les engrais organiques appliqués étaient d'une seule dose unique de 10Kg par emplacement de rejet de banane.

Chaque unité expérimentale était constituée de 45 rejets repartis suivant les 3 traitements cités ci-haut.

Les écartements adoptés étaient de 3m x 2m (3m entre les lignes et 2m sur la ligne).

L'amendement a été incorporé à la même date de plantation pour les 2

**Tableau 1. Quelques propriétés chimiques du sol de (CIRUMBI) à Mulungu**

Valeurs	Analyses chimiques
pH (H <sub>2</sub> O)	5,3
pH (KCl)	4,1
%C	2,07
%N	0,3
C/N	6,9
P (mg/Kg)	<1
Ca	2,65
Mg	0,16
K	0,06
Na	0,04
Al	2,65
H	0,56

Source: [21]

**Tableau 2. Pluviométries en mm**

Mois	Pluviométrie (mm)		
	2016	2017	2018
Janvier	248,7	72,7	171.5
Février	152,9	123,7	196.4
Mars	271,1	261,4	142.3
Avril	166,9	111,4	311.6
Mai	64,4	39,6	127.8
Juin	2,7	10,2	44.2
Juillet	29,2	29,0	46.2
Aout	37,2	29,0	184.3
Septembre	119,3	206,7	120.4
Novembre	156,6	228,1	169.6
Octobre	184,9	197,3	197.3
Décembre	110,5	202,8	292.5
Total	<b>1544,4</b>	<b>1486</b>	<b>2014.1</b>

Source: [22]

### 3 RÉSULTATS

#### 3.1 PARAMÈTRES DE CROISSANCE

**Tableau 3. Vigueur (Diamètre au collet en cm) des plants telle que influencée par les fertilisants**

Traitements	Variétés		
	FHIA 17	FHIA 25	BARHABESHE
T1	103.67ab	105.67a	89.67cd
T2	96.00 bc	103.00ab	83.67d
T <sub>0</sub>	99.67 ab	97.00bc	85.67d

Lsd 7.3629

P = 0,05

Au regard des résultats consignés dans le tableau ci-haut, il s'observe qu'au sein de la variété FHIA17 il n'y a pas de différence significative du point de vue application de ces 2 fertilisants organiques entre eux même en comparaison avec le témoin. Par ailleurs, une différence significative s'observe au sein de la variété FHIA 25 entre les 2 fertilisants en comparaison avec le témoin. Toutefois, en comparant les 3 variétés entre elles par rapport à l'application de ce crottin de chèvre et fumier de vache, il se dégage qu'entre FHIA17 et FHIA25 il n'y a pas de différence. Mais la différence significative s'observe au niveau de la variété BARHABESHA avec les deux précédentes.

**Tableau 4. Circonférence du pseudotrunc à 1m du collet (en cm) telle que influencée par les fertilisants**

Traitements	Variétés		
	FHIA 17	FHIA 25	BARHABESHE
T1	83.000a	83.667a	69.000b
T2	77.000a	83.000a	61.333b
T <sub>0</sub>	79.333a	78.000a	64.667b

Lsd 8.2311

P = 0,05

Pour ce paramètre de croissance, il n'y a pas de différence significative entre FHIA15 et FHIA25. Par contre, on observe une différence significative entre ces deux variétés précitées et l'écotype BARHABESHE. Mais au sein de ces différentes variétés il n'y a pas de différence significative entre l'application des fertilisants et le témoin.

**Tableau 5. Hauteur des plants (en m) telle que influencée par les fertilisants**

Traitements	Variétés		
	FHIA 17	FHIA 25	BARHABESHE
T1	3.0000a	3.0000a	3.3333a
T2	3.0000a	3.0000a	3.0000a
T <sub>0</sub>	3.0000a	3.0000a	3.0000a

Lsd 0.3424

P = 0,05

Pour ce qui est de ce paramètre de croissance, il n'y a pas de différence significative entre les 2 fertilisants par rapport à leur application sur les 3 variétés. Aussi, ces 2 fertilisants ont donné les mêmes résultats en les comparant au témoin.

### 3.2 PARAMÈTRES DE RENDEMENT

**Tableau 6. Nombre de mains de régime tel que influencé par les fertilisants**

Traitements	Variétés		
	FHIA 17	FHIA 25	BARHABESHE
T1	11.333ab	11.333ab	8.667c
T2	12.000a	11.000ab	8.000c
T <sub>0</sub>	11.333 ab	10.333b	8.667c

Lsd 1.2105

P = 0,05

Au regard des résultats dans le tableau ci-haut qui se rapport au paramètre de rendement nombre de mains, il s'observe qu'il n'y a pas de différence significative au sein de ces 3 variétés en comparant les différents traitements. Par ailleurs, en comparant les 3 variétés entre elles vis-à-vis de ces 3 traitements, on constate qu'entre FHIA17et FHIA25 il n'y a pas de différence significative par rapport aux 2 fertilisants organiques (crottin de chèvre et fumier de vache); par contre une différence significative est observée entre les 2 FHIA avec la variété BARHABESHA suivant l'application de ces 2 fertilisants.

**Tableau 7. Nombre de doigts de régime tel que influencé par les fertilisants**

Fertilisants	Variétés		
	FHIA 17	FHIA 25	BARHABESHE
T1	207.00a	221.33a	138.67b
T2	211.00a	199.33a	135.33b
T <sub>0</sub>	198.00a	211.67a	116.67b

Lsd 45.436

P = 0,05

Les résultats du tableau ci-haut du paramètre de rendement nombre de doigts, montrent que pour les deux variétés FHIA17 et FHIA25, les deux fertilisants n'ont pas une différence significative entre eux. Cependant, il s'observe une différence significative du point de vue nombre de doigts entre la variété BARHABESHE et les deux autres (FHIA17 et FHIA25) par rapport à l'application de crottin de chèvre et du fumier de vache.

**Tableau 8. Longueur de doigts (cm) de régime tel que influencé par les fertilisants**

Fertilisants	Variétés		
	FHIA 17	FHIA 25	BARHABESHE
T1	20.667ab	16.667de	21.000ab
T2	18.000cd	17.000de	22.333a
T <sub>0</sub>	18.333cd	15.000e	20.000bc

Lsd 2.4450

P = 0,05

Pour ce paramètre de rendement, il s'observe une différence significative au sein de la variété FHIA17 par rapport à l'application de ces deux types d'engrais organiques; l'application de crottin de chèvre a manifesté une performance par rapport au fumier de vache. Tandis qu'entre le fumier de vache et le témoin, il n'y a pas de différence significative pour cette variété.

Pour les variétés FHIA25 et BARHABESHE, l'application de ces deux types de fertilisants organiques n'a pas montré une différence significative entre eux, moins encore par rapport au témoin.

**Tableau 9. Rendement en régime (tonne/ha) tel que influencé par les fertilisants**

Traitements	Variétés		
	FHIA 17	FHIA 25	BARHABESHE
T1	48.8a	44.3ab	34.3c
T2	47.1a	21.333bc	28.8c
T <sub>0</sub>	45.4ab	20.000c	25.4c

Lsd 5.4079

P = 0,05

Les résultats de ce tableau ci-haut montre que l'application du fertilisant crottin de chèvre sur FHIA 17 et FHIA25 n'ont pas montré une différence significative. Par contre, pour le même fertilisant, une différence significative a été observée en comparant les deux variétés précédentes à la variété BARHABESHE.

Pour le fumier de vache, on observe une différence significative entre FHIA17 et FHIA25 quant à son utilisation. Cependant, entre FHIA25 et la variété BARHABESHE, on n'observe pas une différence significative.

Par ailleurs, au sein de la variété FHIA25, une différence significative est observée sur le rendement entre les parcelles où le crottin de chèvre a été appliqué et celles de témoin (sans application de fertilisants)

#### **4 DISCUSSION**

L'analyse relative à l'application des fertilisants organiques sur les différentes variétés de bananiers ont montré d'une part que les traitements T1 et T2 ont amélioré la vigueur des variétés FHIA 17 et FHIA 25 au niveau de leur collet. et une différence significative a été observée par rapport à la variété BARHABESHA.

Par rapport au témoin, les fertilisants organiques T1, T2 ont permis d'améliorer la croissance des rejets, la hauteur, la circonférence des pseudos tiges des plants. Ces résultats concordent avec ceux obtenus par [23-24]; ceux-ci seraient favorisés par l'azote qui joue un rôle de premier plan pour la vigueur des végétaux.

Par ailleurs, pour les paramètres de rendement tels que le nombre des doigts, le nombre des mains et longueur des doigts, les différences significatives ont été observées entre ces 3 variétés dans l'application de ces 2 fertilisants organiques par rapport au témoin. La variation observée entre ces différents paramètres d'un fertilisant à un autre serait due à des éléments nutritifs contenus dans ces fertilisants organiques utilisés [25].

Quant au rendement en régime, le traitement T1 a amélioré les rendements des deux variétés de l'ordre de 48,8 t/ha et 44,3t/ha par rapport au T2. Ceci se justifie par le fait que le fumier de bovins présente un coefficient d'équivalence d'azote plutôt bas [26].

Cette variation pourrait également s'expliquer par le degré de décomposition et de minéralisation des fertilisants organiques au moment de leur application, ainsi qu'à la mise à disposition des plants de bananier des éléments nutritifs tels l'azote et le carbone qui au lieu de participer au développement des plants, vont d'abord intervenir dans les processus de décomposition des matières organiques. En effet, pendant la décomposition des matières organiques, l'azote est assimilé dans les protéines cellulaires essentielles pour les fonctions microbiennes. Selon Frey et al., (2003), l'azote contenu dans la matière organique participe à la décomposition de celle-ci et à la croissance des microorganismes décomposeurs [27]. De plus, selon ces auteurs, au premier stade de la décomposition des matières organiques, le carbone est perdu par la respiration et immobilisé dans la biomasse microbienne. Malgré les apports d'eau, le traitement témoin T0 a fourni les faibles valeurs de croissance et de développement des plants de bananiers. Cette situation serait due au manque de fumure qui aurait entraîné un ralentissement, un arrêt ou une absence totale de l'activité des microorganismes du sol qui assurent la décomposition et la minéralisation de la matière organique [28].

L'importance des matières organiques a été signalée par les travaux de [29], qui ont indiqué que la matière organique est le meilleur fertilisant de base des cultures. Selon [30], la fumure organique joue un rôle important dans l'amélioration de la fertilité des sols à travers leurs actions sur les propriétés physiques, biologiques et chimiques des sols. Ces fertilisants organiques ont induit une meilleure croissance des plants par rapport au témoin durant tout le cycle du bananier. Cette croissance pourrait s'expliquer par la bonne teneur de ces fertilisants organiques en éléments nutritifs notamment l'azote, le phosphore et le potassium et à l'amélioration des propriétés physicochimiques et biologiques des sols. Selon [31], l'apport des

fertilisants organiques améliore la pénétration des racines, la circulation de l'air et de l'eau dans le sol ainsi que la formation et l'entretien du complexe argilo-humique. Ces résultats corroborent ceux de [32-33] qui ont affirmé que l'utilisation des matières organiques augmente la fertilité des sols en améliorant leur structure, leur capacité de rétention en eau et en nutriments ainsi que la stimulation de l'activité microbienne du sol. Ces résultats révèlent ainsi, l'importance de ces fertilisants organiques dans la croissance du bananier.

## **5 CONCLUSION**

La présente étude a permis de mettre en évidence l'effet des fertilisants organiques sur la croissance et le développement in situ de 3 variétés de bananier dont FHIA17, FHIA25 et une variété locale BARHABESHA. Les résultats obtenus de l'application de ces fertilisants ont montré leur effet positif sur le comportement de la culture de bananier. Les données de croissance ont varié en fonction des fertilisants appliqués. Les meilleurs fertilisants sur les paramètres de croissances ont été T1 et T2.

L'analyse de l'application de ces 2 fertilisants a montré que le fertilisant à base de crottin de chèvre et celui à base de fumier de vache ont induit une croissance harmonieuse des bananiers. Il ressort de cette étude que le fertilisant à base de crottin de chèvre peut être recommandée aux agriculteurs parce que, accessible, l'élevage des chèvres peut être réalisé par les petits fermiers. Sa vulgarisation pourrait contribuer d'une part à la pratique de l'agriculture biologique et d'autre part à l'assainissement de l'environnement.

## **REFERENCES**

- [1] Jones D., 2000. Introduction to banana, Abaca and Ensete. CABI, London, Wollong Ford, UK: 1-31.
- [2] Daniells J.W. et al., 2001. Musalogue: a catalogue of Musa germplasm. Diversity in the genus Musa. Montpellier, France: INIBAP.
- [3] Mbida Mindzie C. et al., 2001. First archaeological evidence of banana cultivation in central Africa during the third millenium before present. *Veg. Hist. Archaeobotany*, 10, 1-6.
- [4] FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Food and Agriculture Organization), 2010. Les répercussions du changement climatique sur la sécurité alimentaire et la gestion des ressources naturelles en Afrique. Document de référence rédigé pour la vingt-sixième Conférence régionale pour l'Afrique. Luanda, Angola, 3-7 mai. ARC/10/8.
- [5] Lassois L, Busogoro J-P et Jijakli H, 2009. La banane: de son origine à sa commercialisation. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 13 (4): 575- 586.
- [6] Rosalie Elisabeth. 2010. Influence des plantes de couverture sur la minéralisation de l'azote sous-système bananier. Clermont-Ferrand: s.n., 91 p. Mémoire.
- [7] NYABYENDA P, Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitudes d'Afrique, Gembloux, Belgique: Les Presses Agronomiques de Gembloux, pp. 238, 2006.
- [8] Collection Guide pratiques du CTA, N° 11, CTA 2008-ISSN 1874-8864.
- [9] Foure E. et Tezenas DM, 2000. Les productions bananières: un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire. *Bulletin de liaison de la coopération régionale pour le développement des produits horticoles en Afrique*, 18: 23-28.
- [10] Cordeiro N, Belgacem MN, Torres IC Moura JCVP. 2004. Chemical composition and pulping of banana pseudo stems. *Industrial Crops and Products*, 19: 147- 154.
- [11] Abiliza EK, Muya HMH. 1991. Rumen degradation of dry matter and organic matter of different parts of the banana plant. *Livestock Research for Rural Development*, 26: 318-325.
- [12] Dormond H, Boschini C, Rojas A. 1998. Effect of two levels of ripe banana peel on milk production by dairy cattle. *Agronomia Costarricense*, 22: 43-49.
- [13] FAO, 2003. Les engrais et leurs applications: Précis à l'usage des agents de vulgarisation agricole, quatrième édition, Rabat 2003, 84 p.
- [14] FAO, 2007. L'étude prospective du secteur forestier en Afrique (FOSA), rapport FAO, (Sénégal), 22 p.
- [15] Lekadou T., Alice N., Jean-Louis K., Kouassi A., Zakra N. et ASSA A., 2008. Décomposition des tourteaux de coprah et de palmiste et effets sur la croissance des cocotiers (*Cocos nucifera* L.) en pépinière et la nutrition minérale des cocotiers adultes en Côte d'Ivoire, *Sciences et Nature* Vol. 5 N°2: 155 - 166.
- [16] Diallo L., 2002. Effet de l'urée et du fumier sur le rendement du maïs. Mémoire d'ingénieur du.
- [17] Développement Rural / Option Agronomie. IDR / UPB. Burkina Faso. 54 p.
- [18] Lassoudière A., 2007. Le bananier et sa culture. Versailles, France: Éditions Quæ.

- [19] Useni S., Baboy L., Nyembo K. et Mpundu M., 2012. Effets des apports combinés de biodéchets et de fertilisants inorganiques sur le rendement de trois variétés de *Zea mays* L. cultivées dans la région de Lubumbashi. *J. Appl. Biosci.* 54: 3935-3943.
- [20] Bado B.V., 2002. Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso, mémoire de thèse (philosophie), Département des sols et de génie agroalimentaire. Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université LAVAL, QUÉBEC, 197 p.
- [21] Mulaji K., 2011. Utilisation des composts de bios déchets ménagers pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la province de Kinshasa (République Démocratique du Congo). Thèse Université de Liège, Belgique, 191 p.
- [22] Rapport annuel de laboratoire de pédologie de MULUNGU, 2016.
- [23] Rapport annuel de laboratoire de pédologie de MULUNGU, 2018.
- [24] Randrianarison N., 2004. Essais de conduite de pépinière en tabaculture de décrue semis sur plates-bandes et sur mini-pots. Détermination des effets de différents types de substrat sur le taux de germination. Détermination de la méthode de faucillage la plus appropriée. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome. Option: Agriculture. École supérieure des sciences agronomiques, département agriculture. Université d'Antananarivo, 118 p.
- [25] Tshimbombo J, Kankolongo M, Tshizembe M, Bongali B, Banga Banga M, Kasongo K, Badibanga M et Mbaji KN, 2018. L'influence des fertilisants organiques liquides D.I. GROW et inorganiques NPK 17-17-17 + Urée sur le rendement et la rentabilité de la culture du maïs à Ngandajika. *Journal of Applied Biosciences*, 122: 12256- 12261.
- [26] Bomisso et al., *J. Appl. Biosci.* 2018 Effet du mélange de pelure de banane plantain et de compost de fiente de poules sur la croissance en pépinière de rejets écaillés de bananier plantain, variété Big Ebanga. *Journal of Applied Biosciences* 130: 13126 – 13137.
- [27] Les bonnes pratiques d'épandage du fumier. Pôle Agronomie - Productions Végétales des Chambres d'Agriculture de Bretagne, Novembre 2007.
- [28] Frey S. D., Elliot E. T., Paustian K. and Peterson G. A., 2003. Fungal translocation as a mechanism for soil nitrogen inputs to surface residue decomposition in a no-tillage agroecosystem. *Soil Biol & Bioch* 32: 689-698.
- [29] Xuluc-Tosola F.J., Vester H.F.M., Ramirez-Marcial N., Castellanos-Albores J. and Lawrence D., Leaf litter decomposition of the tree species in three successional phases of tropical dry secondary forest in Campeche, Mexico. *For Ecol and Man* 174: 401-412.
- [30] Giller K.E., Cadisch G. and Palm C., 2002. The NorthSouth divide: Organic wastes or resources of nutrient management. *Agronomy* 22, pp 703-709.
- [31] Huber G. et Schaub C., 2011. La fertilité des sols: l'importance de la matière organique. *Agriculture et terroir*, chambre d'agriculture Bas Rhin, 46 p.
- [32] Amidou M., Djènontin AJ., Wennink B., 2005. Valorisation des résidus de récolte dans l'exploitation agricole au nord du Bénin: utilisation du fumier produit dans le parc de stabulation des bœufs. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*. 47: 19-25.
- [33] Weber J., Karczewska A., Drozd J., Liezner M., Liezner S., Jamroz E. and Kocowicz A., 2007. Agricultural and ecological aspects of sandy soil as affected by the application of municipal solid waste composts. *Soil Biol. Biochem.* 39: 1294-1302.
- [34] Kitabala MA., Tshala UJ., Kalenda MA., Tshijika IM. Et Mufind KM., 2016. Effets de différentes doses de compost sur la production et la rentabilité de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) dans la ville de Kolwezi, Province du Lualaba (RD Congo). *J. Appl. Biosci.* 102: 9669-9679.  
<http://dx.DOI.org/10.4314/jab.v102i1.1>.

## Aménagement hydro-agricole et dynamique spatio-temporelle des unités d'occupation des terres dans le bassin versant de Tapoa, Burkina Faso

### [ Hydro-agricultural fitting out and spatio-temporal dynamics of land use units in the Tapoa watershed, Burkina Faso ]

Yonkeu Samuel<sup>1,2</sup>, Belem Mamounata<sup>3</sup>, and Malkouma Hassane Dabiemo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Maître de Conférences, Département Environnement, Université Senghor Alexandrie, Egypt

<sup>2</sup>Université Aube Nouvelle, 06 BP9283 Ouagadougou 06, Ouagadougou, Burkina Faso

<sup>3</sup>Maître de Recherche, Ecologue, Ethnobotaniste, Muséum d'Histoire Naturelle, Herbarium National, Institut National d'Environnement et de Recherches Agricoles, Centre National de Recherches Scientifiques et Technologiques, Ouagadougou, Burkina Faso

<sup>4</sup>Doctorant en Environnement, Muséum d'Histoire Naturelle, Herbarium National, Institut National d'Environnement et de Recherches Agricoles, Centre National de Recherches Scientifiques et Technologiques, Sciences et Technologies - Université Aube Nouvelle, 06 BP9283 Ouagadougou 06, Ouagadougou, Burkina

---

Copyright © 2020 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:** Hydro-agricultural fitting out seen as a main solution to the problems of rainfall deficits represent a source of degradation of the plant cover. The aim of this study was to understand the dynamics of land use units linked to hydro-agricultural fitting out in the Tapoa watershed. The methodology deployed consisted in the diachronic analysis of multi-date images of Landsat Thematic Mapper from 1975, 1998 ETM+ and OLI-TIRS from 2018. Several scenes were used and a difference period of 43 years divided into two periods allowed us to compare the evolution of land use units within the limits of the Tapoa watershed. The results show an increase in crop areas compared to other natural units. The cultivated areas which occupied 5.4% of the watershed surface in 1975, reach 22.54%. For the savannahs' area, it decreased from 83% to 61.98% in the period 1975-2018. These observed changes are largely linked to the development of human activities induced by the Tapoa hydro-agricultural fitting out. The regression of plant units to the benefit of anthropized spaces testifies the degradation of natural plant cover. This development, although having positive socio-economic benefits, is a degradation factor of the natural environment of the area. However, it cannot be the only factor in the deterioration and their dynamics.

**KEYWORDS:** Dam, dynamics, environmental degradation, land use units, watershed, Tapoa, Burkina Faso.

**RESUME:** Les aménagements hydro-agricoles vus comme une panacée aux problèmes de déficits pluviométriques représentent une source de dégradation du couvert végétal. Cette étude a eu pour objectif d'appréhender la dynamique des unités d'occupation des terres en liens avec l'aménagement hydro-agricole dans le bassin versant de la Tapoa. La méthodologie déployée a consisté à l'analyse diachronique d'images multi-dates de Landsat Thematic Mapper de 1975, 1998 ETM+ et OLI-TIRS de 2018. Plusieurs scènes ont été utilisées et une période d'écart de 43 ans répartie en deux périodes séquentielles a permis de comparer l'évolution des unités d'occupation des terres dans les limites du bassin versant de la Tapoa. Les résultats révèlent une progression des zones de cultures par rapport aux autres unités naturelles. Les superficies cultivées qui occupaient 5,4% en 1975, atteignent 22,54% de la superficie du bassin versant. Quant à la superficie des savanes, elle a connu une régression de 83% à 61,98% dans la période 1975-2018. Ces changements observés sont en grande partie liés au

développement des activités humaines induits par l'aménagement hydro-agricole de la Tapoa. La régression des unités végétales au profit des espaces anthropisés témoigne de la dégradation du couvert végétale naturelle. Cet aménagement bien qu'ayant ses apports positifs sur le plan socio-économique, est un facteur de dégradation de l'environnement naturel de la zone. Cependant, il ne saurait être le seul facteur de la dégradation et leurs dynamiques.

**MOTS-CLEFS:** Barrage, dynamique, dégradation de l'environnement, unités d'occupations des sols, bassin versant, Tapoa, Burkina Faso.

## **1 INTRODUCTION**

La dynamique est un changement résultant d'un jeu de force qui peut se caractériser par l'évolution de l'occupation du sol. Elle est souvent observée par l'extension spatiale et l'ensemble de ses composantes. La dynamique désigne une modification ou un remplacement d'une unité de paysage par une autre sur une période donnée [1]. C'est également, le changement d'un phénomène d'un temps t1 à un autre temps t2. La dynamique des unités d'occupation des sols est un facteur qui révèle la tendance d'évolution de l'environnement dans une zone donnée.

Les activités humaines de façon générale et en particulier les aménagements hydrauliques liés aux besoins d'intensification du secteur agricole, constituent des sources de détérioration préjudiciables à l'environnement [2]. L'utilisation de la télédétection et des Systèmes d'informations géographiques pour l'analyse de l'évolution de l'environnement à travers la détection des changements des unités d'occupation des terres tient du fait que tout changement dans l'occupation du sol résulte d'un changement dans les valeurs spectrales [3]. Elle permet d'avoir des données quantitatives et spatiales à l'échelle d'un territoire. Selon AGBODAN et al [4]; l'analyse diachronique permet de mettre en évidence de façon condensée les différentes formes de conversion subies par les unités d'occupation des terres dans une période et de décrire les changements intervenus.

Les travaux d'aménagements hydro-agricoles associés à l'évolution des paramètres climatiques que sont la pluviométrie et la température, tendent à accentuer les changements enregistrés dans la répartition des unités d'occupation telles que la flore et les espaces agraires. Dans le bassin versant de la Tapoa, et partant dans toute l'espace du bassin versant de Mékrou, la péjoration pluviométrique observée depuis plus d'une vingtaine d'année, perturbe fondamentalement toutes les activités humaines [5]. A cela s'ajoute le phénomène des changements climatiques qui influe sur la dégradation du couvert végétal, créant ainsi une reconfiguration de certaines composantes environnementales à savoir les champs, les habitations, les espèces floristiques.

En outre, les travaux du Global Water Partnership (GWP) dans le cadre du « projet Mékrou » révèlent que l'environnement y connaît de fortes dynamiques traduites par une recomposition des espaces occupés par certaines unités terrestres.

Les aménagements hydro-agricoles, au-delà de leurs apports bénéfiques, sont des pratiques qui contribuent à la modification de l'environnement, comme on peut le constater dans plusieurs projets de ce type, réalisés en Afrique de l'ouest [6], [7].

Le barrage de la Tapoa ayant été construit en 1961, suivi de plusieurs travaux d'aménagement et d'extension entre 1972 et 2016, constitue une opportunité de développement d'activités économiques pour les populations riveraines. Toutefois, il n'en demeure pas moins qu'il ait été la source de transformation de l'environnement d'accueil. Il convient donc de se demander quelles ont été les répercussions de cet aménagement sur l'évolution des unités d'occupation des terres. Une étude de la dynamique de l'occupation des terres dans la période 1972-2018 a permis de saisir toute la dynamique de l'environnement du bassin versant de la Tapoa, et ses implications.

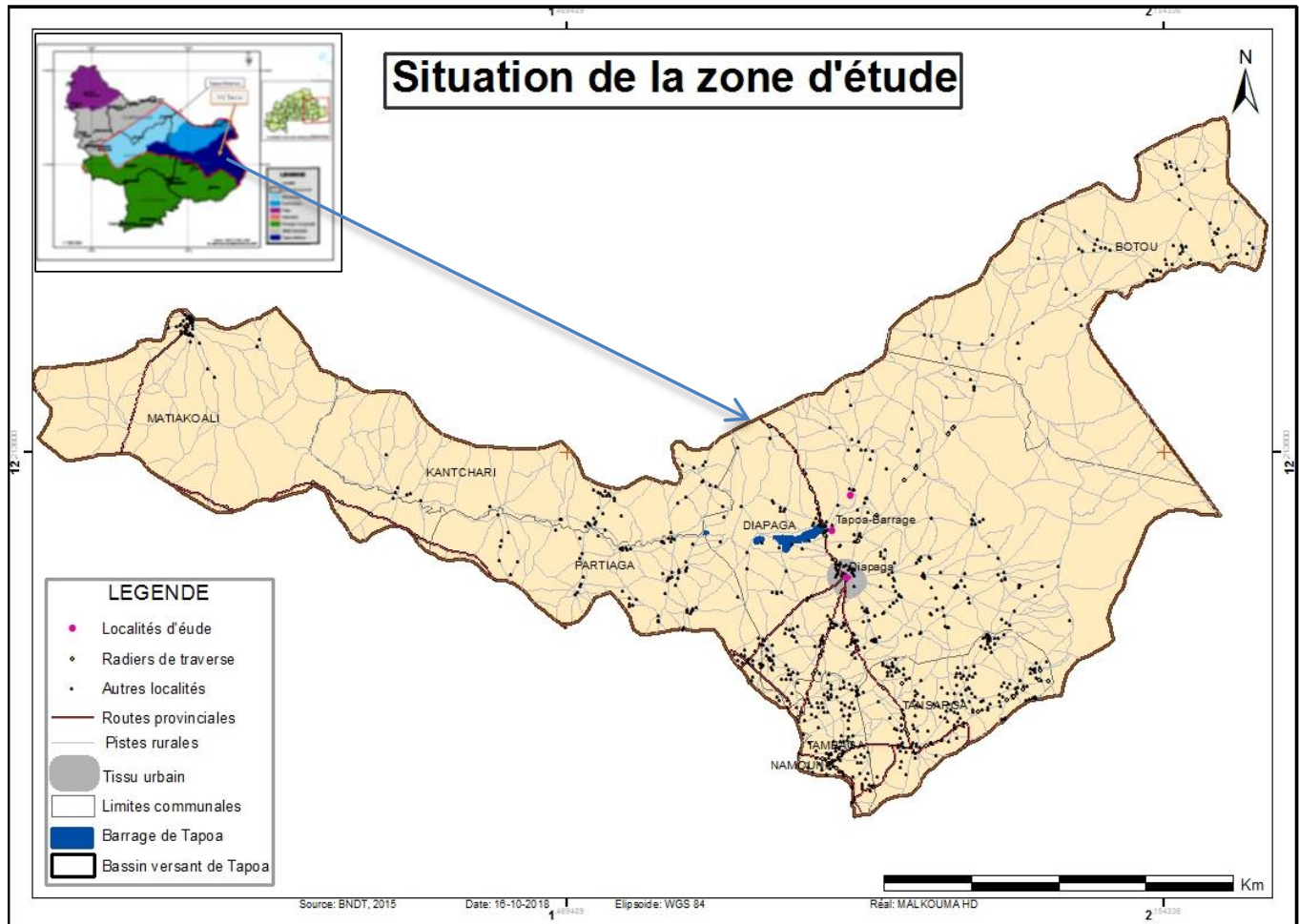
## **2 MATÉRIELS ET MÉTHODES**

### **2.1 LA PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE**

La zone d'étude est l'espace géographique du sous bassin versant de la Tapoa, faisant partie intégrante du bassin versant de Mékrou. Le bassin de la Tapoa est situé à l'extrême Est du Burkina Faso (Figure 1). Le choix de cette zone tient au constat que ce sont les eaux dudit bassin versant qui sont drainées par le cours qui porte le même nom et sur lequel a été réalisé l'aménagement qui fait l'objet de la présente étude.

### 2.1.1 LOCALISATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Le bassin versant de la Tapoa s'étend sur une longueur d'environ 100 kilomètres et une largeur de près de 24 kilomètres, soit une superficie estimée à plus de 2400 km<sup>2</sup>.



**Fig. 1. Localisation de la zone d'étude**

En effet, l'ensemble du territoire du bassin versant correspond à près de 30% de l'espace de gestion des ressources en eau de l'Agence de l'eau du Gourma qui s'étend sur 50 238km<sup>2</sup> [5].

Ce bassin est caractérisé dans sa partie Est par l'existence de parcs et de réserves partielles qui s'étendent jusqu'aux frontières du Niger et du Bénin. De forme très allongée, celui-ci est drainé dans son ensemble par un cours d'eau dont la pente moyenne est inférieure à 10% [8]. En ce qui concerne l'aménagement, il est localisé entre les 11°22' et 12°50' de latitude Nord et les méridiens 1°10' et 2°25' de longitude Est. Celui-ci appartient à la zone climatique soudano-sahélienne, marquée par une saison pluvieuse qui s'étend en général du mois de Mai à Octobre avec un léger décalage entre les parties Nord et Sud. Les données des paramètres climatiques (pluviométrie et température) présentent l'évolution climatique entre 1997 et 2015. En effet, la zone d'étude est située entre les isohyètes 700 mm au nord et 1000 mm, où les hauteurs d'eau des dix dernières années ont varié entre 654,4mm et 1072,9mm avec une moyenne de 859,1mm, situé au-dessus de la moyenne nationale qui fluctue entre 700 et 800 mm [9], [2].

### 2.1.2 PARAMÈTRES CLIMATIQUES

Les caractéristiques climatiques de la zone d'étude montrent une variation interannuelle et spatiale de la pluviométrie dont l'alternance est guidée par le déplacement du front inter tropical ou convergence intertropical guidée et insufflée par les vents de mousson et de l'harmattan.

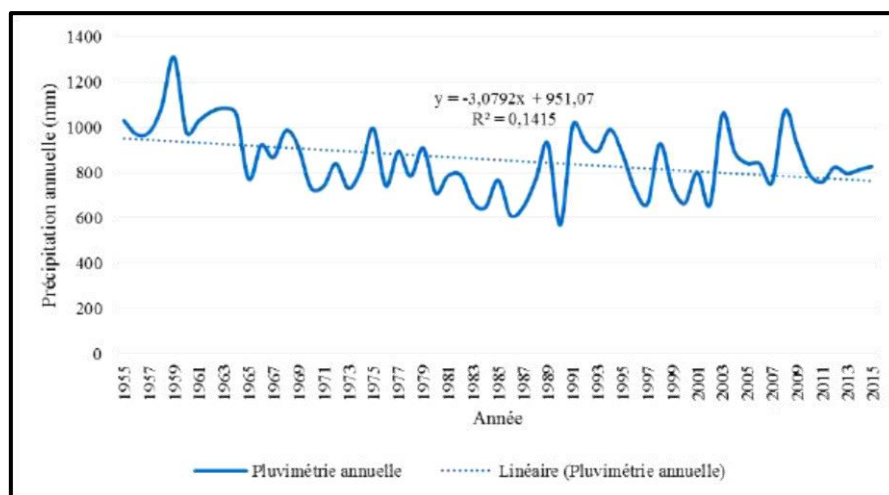


Fig. 2. Les Variations interannuelles des précipitations de la station de Fada N'Gourma de 1955 à 2015

Source: GANSOANRE, 2018

Les températures minimales moyennes sont enregistrées aux mois de Janvier et de Février avec une valeur qui peut souvent atteindre 15°C. Les moyennes maxima sont de 34°C et les minima de 23°C. Les basses températures enregistrées s'expliquent par l'action de l'alizé de l'anticyclone saharien soufflant du Nord-est vers le Sud-ouest du pays. L'autre dite de saison chaude constitue la période de grande chaleur avec des températures avoisinant le cap de 40°C. Les températures sont dans l'ensemble élevées, avec une moyenne annuelle d'environ 28°C dans la zone d'étude.

### 2.1.3 DONNÉES SOCIOÉCONOMIQUES

La population de la zone du Bassin versant de la Tapoa est plus ou moins homogène. En effet, elle est occupée à plus de 66% par les Gourmantché, reconnus comme les premiers occupants de la région Est. Toutefois, cette homogénéité est de plus en plus perturbée par la présence d'autres ethnies installées dans les zones de fort potentiel fourrager pour l'alimentation du bétail (Peulh: 12,9%) et dans les espaces à fort densité humaine et à fort potentiel agricole (Mossi: 15,6%). Les autres groupes ethniques, représentent un peu plus 5 % de la population de la zone d'étude composés de Haoussa, Djerma et de Bella venus essentiellement des pays voisins que sont le Niger et le Mali. L'arrivée de ces populations allochtones est particulièrement en lien avec la dégradation des conditions climatiques dans leurs zones d'origines et la recherche d'espace cultivable (Sahel, Nord et plateau central).

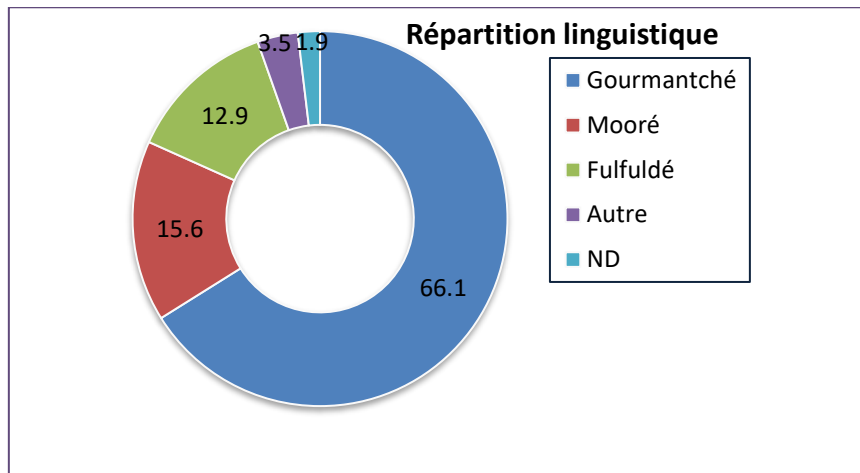


Fig. 3. Répartition ethnique

Source: PCD-Monographie Diapaga-Est/Tapoa

Les activités socioéconomiques notamment l'agriculture et l'élevage sont, d'une manière générale, guidées par la répartition et la disponibilité des ressources naturelles. Le système de production dominant est de type extensif, déterminé par des pratiques itinérantes et est orienté essentiellement vers la subsistance. Les champs exploités majoritairement en sorgho, mil, maïs et riz (bas-fonds) sont abandonnés seulement après 3 à 5 années d'exploitation pour de nouvelles terres. Ce système occupe plus de 93,7% de la population locale [10]. Toutefois, on note ces dix dernières années une tendance générale à la baisse des superficies emblavées qui se traduit par la saturation progressive de l'espace agricole; ce qui a une incidence sur les pratiques agricoles dans le bassin versant.

Les cultures de contre saison contribuent fortement à l'amélioration des conditions de vie des populations riveraines. L'aménagement hydro-agricole de la Tapoa constitue le plus grand site de production de ces cultures de contre saison dans la zone. Ces cultures d'appoints permettent aux exploitants de réaliser plus de 75 millions de gain par saison dans la région de l'Est. Selon la Direction Régional des Aménagements hydro-agricole de la région de l'Est du Burkina Faso, les exploitants du périmètre de Boudiéri dans la province de la Tapoa, avec 25 hectares exploités, plus de 75 millions sont engrangés par campagne de saison sèche.

Seconde activité socioéconomique, l'élevage est marqué par son caractère extensif. Il occupe environ 7% des chefs de ménage qui l'exercent comme activité principale [5]. On estime à 19% la part des revenus des populations rurales de la zone d'étude, issus du secteur de l'élevage; ce qui est non négligeable pour leur permettre de faire face aux déficits alimentaires et aux dépenses sociales.

#### 2.1.4 CARACTÉRISTIQUES BIOPHYSIQUES

Des caractéristiques du milieu biophysique, les formations végétales sont à dominance savanicole. En effet, elles sont marquées par la présence de savanes arborées et surtout arbustives composées essentiellement d'espèces appartenant à la famille des Combretaceae, des Mimosaceae, des Anacardiaceae, des Rubiaceae et des Caesalpinaceae. La strate herbacée est dominée par des graminées annuelles en cohabitation avec les Cyperaceae (*Cyperus sp.*, *Kyllinga sp.*, *Scleria sp.*) et les Fabaceae [11], [12], [13], [14].

Quant à l'hydrographie, le bassin versant a un réseau hydrographique relativement dense. Le principal cours d'eau qu'est la Tapoa, a un régime temporaire et alimente le barrage de la Tapoa. Dans le cadre de cette étude, la connaissance des unités d'occupation des terres est un facteur important et s'inscrit dans la perspective de prendre en compte l'effet de l'aménagement hydro-agricole dans l'évolution de l'environnement naturel.

## **2.2 MÉTHODES ET OUTILS**

### **2.2.1 LA COLLECTE DES DONNÉES**

Cette étude a utilisé des images satellitaires, traitées à partir des Systèmes d'Information Géographique (SIG). Un SIG est un système informatique de matériels, de logiciels et de processus conçus pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion [15].

En effet, les données numériques utilisées dans la présente étude sont d'ordres satellitaires et géographiques. Des images multi-dates de Landsat Thematic Mapper (TM) de 1975 et 1998 ETM+ et OLI-TIRS de 2018 de plusieurs scènes ont été utilisées. Ces images ont été obtenues auprès du Secrétariat Permanent du CNDD du Ministère de l'environnement, de l'économie verte et du changement climatique. Elles ont été préférées aux prises de vue aérienne (PVA) et autres images satellitaires en raison de la méthode diachronique utilisée et surtout de la facilité d'accès. Aussi, faut-il ajouter leur disponibilité, leur qualité, leur résolution spatiale (30m) et l'existence d'images pour des périodes correspondant aux travaux de réfection du barrage et d'aménagement du périmètre. Un intervalle d'écart de 43 ans (1975-2018) réparti en deux périodes séquentielles d'au moins 20 ans a permis de comparer l'état de l'environnement à travers l'évolution des unités d'occupation des terres situées dans les limites du bassin versant de la Tapoa (1975-1998, 1998-2018 et 1975-2018). En plus, des données Shape file (Shp) de types pédologiques, divisions administratives du Burkina Faso de l'Institut Géographique du Burkina (IGB) ont été utilisées. Ces données ont servi à mieux appréhender les changements environnementaux intervenus dans le temps en lien avec l'aménagement hydro-agricole.

Le bassin versant de la Tapoa est la zone d'étude définie comme cadre géographique d'étude. A cet effet, il a été indispensable de déterminer les limites de ce bassin versant; ce qui a servi de référence pour le « clipage » et l'analyse du changement intervenus dans les unités d'occupation des terres.

La vérification de terrain et le repérage des unités identifiées au bureau s'est basée sur la connaissance de la zone d'étude.

Toutes ces données ont permis d'appréhender l'évolution des unités dans la période 1975-2018 et leurs implications socio-environnementales consécutives à l'aménagement.

### **2.2.2 LE TRAITEMENT ET L'ANALYSE DES DONNEES**

Les données obtenues ont été traitées grâce aux systèmes d'information géographique pour la télédétection et la cartographie. Les données statistiques et leurs analyses sont rendues possibles grâce aux logiciels et aux applications utilisés dans le traitement des données collectées.

Ainsi, le logiciel Envi 4.7 a servi aux traitements des images satellitaires: composition colorée, classification supervisée, combinaison, vectorisation. Le logiciel Arcgis10.3 a servi pour les travaux cartographiques et les analyses SIG et à l'analyse des changements de l'occupation des terres dans le bassin versant de la Tapoa. Microsoft office Excel a permis de générer les tableaux, les matrices de transition des unités d'occupation des terres, les graphiques. Microsoft office Word a permis de faire les traitements de texte.

La collecte des données de reconnaissance des unités d'occupation à travers les nombreuses visites de sites a facilité la classification. La précision de la classification a été évaluée à travers l'indice de Kappa de 89 % à 90 % pour les images de 1975, 1998 et 2018, suffisant pour valider les résultats et être utilisés pour la présente étude.

Ainsi, la détection des changements aux différentes dates ci-dessus mentionnées a permis l'analyse de l'évolution de l'environnement naturel de la zone du bassin versant de la Tapoa à travers les changements des unités d'occupation des terres. En effet, la conversion d'une unité d'occupation à une autre décrit une amélioration ou une dégradation des unités identifiées. La variation du compte numérique entre 1975, 1998 et 2018 des valeurs de pixel de chaque unité à travers le logiciel Arc GIS 10.3 traduit le sens donné à l'évolution de l'environnement concerné.

L'analyse de la matrice de transition permet d'établir trois cas de situations possibles:

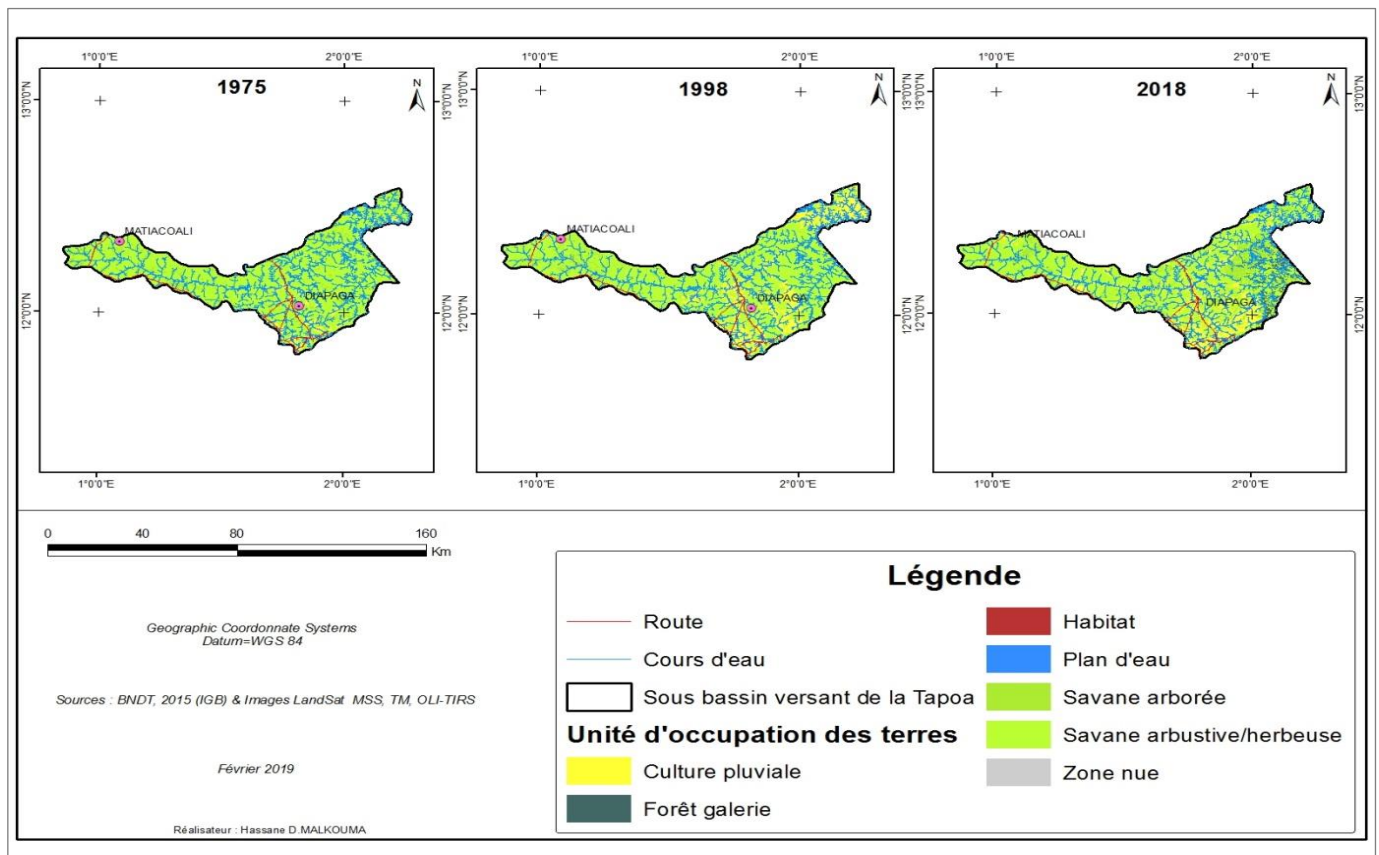
- Une situation de stabilité des unités d'occupation des terres, représentée par les cellules grises, placée en diagonale dans le tableau
- Une situation de perte des unités d'occupation des terres, représentée par les cellules situées en haut de la diagonale grisée.
- Une situation de gain des unités d'occupation des terres, représentée par les cellules en dessous de la diagonale grisée. Les résultats obtenus de cette opération sont présentés sous forme de cartes et de tableaux.

### 3 RÉSULTATS DE L'ÉTUDE

#### 3.1 DYNAMIQUE DES UNITÉS D'OCCUPATION DU SOL DU BASSIN VERSANT DE LA TAPOA

La cartographie des unités d'occupation des terres présente l'évolution des unités d'occupations des terres dans le bassin versant de la Tapoa.

La figure 4 ci-dessous révèle une réduction des superficies du couvert végétal au profit des unités artificielles avec une augmentation des superficies cultivées, des plans d'eau, de l'habitat.



**Fig. 4. Dynamique de l'occupation des terres entre 1975,1998 et 2018**

Sur l'ensemble des périodes étudiées, il ressort plusieurs observations sur la répartition des unités d'occupation des terres suivant les années.

En 1975, les zones de savanes arborées-arbustives/herbeuses sont prédominantes avec un aspect plus ou moins continu sur l'ensemble du bassin versant. Celles-ci sont de part et d'autre entrecoupées par des îlots de forêts galeries, particulièrement marqués dans la partie centrale, Est et Nord-Est du bassin versant de la Tapoa. Cependant, la partie sud du bassin versant, laisse apercevoir des îlots de zones de cultures plus ou moins importantes, parsemées de cours d'eau. Leur continuité est plutôt observée à l'extrême sud. La présence de sols nus/rocheux est quasiment inobservable à l'échelle du bassin versant. On note

la présence d'un plan d'eau situé dans la partie centrale, correspondant à celui de la Tapoa, sur lequel est construit le barrage depuis les années 60.

En 1998, l'analyse de la carte fait observer l'apparition d'importantes zones de cultures, plus perceptibles dans le Sud, au centre et à l'extrême Nord-Est. Les zones de cultures ont connu une extension, particulièrement dans les environs du barrage construit sur le cours de la Tapoa. On note également une régression des forêts galeries plus ou moins visibles le long des cours d'eau.

En 2018, l'occupation des terres révèle des zones de culture plus importantes, disséminées sur l'ensemble du bassin versant, excepté l'extrême Est où la présence des forêts galeries semble se renforcer. A divers endroits (sud et sud-est), les formations de savanes qui étaient très fournies en 1975 ont été réduites, laissant place aux zones de cultures et sols nus/rocheux qui ont gagné plus de superficies en 2018. Les zones d'habitations faiblement identifiées en 1975 et 1998, apparaissent plus marquées et visiblement distinguées à proximité de l'aménagement. Dans la partie Est du bassin versant, l'aspect relativement homogène de la végétation s'explique par l'existence de zones protégées.

L'augmentation de la superficie des champs et des habitats et plus ou moins des zones nues, exprime une certaine emprise humaine sur le couvert végétal, liée en partie aux activités économiques développées autour du barrage et du périmètre irrigué. Elle témoigne d'une réduction du couvert végétal dans l'espace du bassin versant, plus prononcée à proximité de l'aménagement.

L'analyse de ces trois cartes indique donc une tendance à la dégradation des unités naturelles au profit des cultures, des habitats humains et dans la moindre mesure des sols nus dans les environs de l'aménagement.

Cependant, cette tendance d'évolution des unités, présentée sur La figure 4 ne donne pas une précision sur les évolutions quantitatives de chaque unité d'occupations des sols.

Une analyse statistique de l'évolution des superficies permettra de mieux cerner leurs dynamiques quantitatives.

### **3.2 EVOLUTION DES UNITES D'OCCUPATION DES SOLS**

Le tableau 1 présente l'évolution en hectares des unités d'occupation des terres dans le bassin versant de la Tapoa entre 1975 et 2018.

**Tableau 1. Evolution en hectares des unités d'occupation des terres dans le bassin versant entre 1975 et 2018**

Unités	1975		2018	
	Superficie en ha	%	Superficie en ha	%
Cultures	24300.7	5.4	100488.79	22.54
Forêt galerie	1935.0	0.4	17332.74	3.89
Habitat	0	0	177.96	0.04
Plan d'eau	580.9	0.1	879.39	0.20
Savane arborée	47276.7	10.6	50154.96	11.25
Savane arbustives arbustive/herbeuse	372271.5	83.4	276312.30	61.98
Zone nue	121.2	0.0	489.16	0.11

L'analyse de la proportion de chaque unité, révèle une augmentation très nette des zones de cultures par rapport aux autres unités. En effet, d'une superficie de 5,4% en 1975, l'espace occupé par les cultures atteint 22,54% tandis que les savanes qui atteignaient plus de 83% de la superficie totale du bassin versant n'occupent que 61,98% en 2018.

La matrice de transition ci-dessous (Tableau 2) présente comment ces unités d'occupation ont évolué entre 1975 et 2018.

Tableau 2. Matrice de transition des unités d'occupation du bassin versant entre 1975 et 2018

Unité d'occupation des terres 1975	Unités d'occupation des terres 2018							Total 1975
	Culture pluviale	Forêt galerie	Habitat	Plan d'eau	Savane arborée	Savane arbustive/herbeuse	Zone nue	
Culture pluviale	18289,06	83,71	128,41	23,03	295,68	5476,60	2,98	24299,47
Forêt galerie	278,93	439,85		41,25	123,88	1049,84	1,26	1935,00
Plan d'eau	4,98	28,66		513,63	6,50	27,17		580,94
Savane arborée	8248,61	1884,07		96,81	5928,51	31112,00	6,75	47276,75
Savane arbustive/herbeuse	74116,37	14896,39	49,55	204,67	43784,31	238766,09	454,08	372271,48
Zone nue	60,46	0,07			17,90	22,42	20,36	121,21
<b>Total 2018</b>	<b>100998,4</b>	<b>17332,7</b>	<b>177,96</b>	<b>879,39</b>	<b>50156,8</b>	<b>276454,1</b>	<b>485,4</b>	<b>446484,8</b>

L'analyse des comptes numériques du tableau 2 montre que les unités d'occupation des terres du bassin versant ont connu un changement entre 1975 et 2018. Cela s'explique par l'importance des dynamiques spatiales entre unités naturelles et anthropiques d'une part, et des interactions entre les communautés locales et leur environnement d'autre part. Ainsi, entre 1975 et 2018, la destruction des forêts galeries a été plus au profit des savanes arbustives/herbeuses (1049,84ha) alors que l'extension des superficies de plan d'eau se sont réalisées au détriment des forêts galeries (28,66 ha) et des cultures (4,98 ha). En ce qui concerne l'augmentation des superficies des zones nues, elles ont été au détriment des cultures (60,46ha), des savanes arborées et des forêts galeries (0,007ha).

Ces changements observés sont en grande partie liés au développement des activités humaines dans le bassin versant et plus particulièrement autour de l'aménagement. L'évolution du couvert végétal, présentée par la régression des unités végétales soutient l'impact de la présence de l'aménagement sur l'environnement.

La figure 5 présente l'évolution moyenne annuelle des unités d'occupation des sols entre 1975 et 2018.

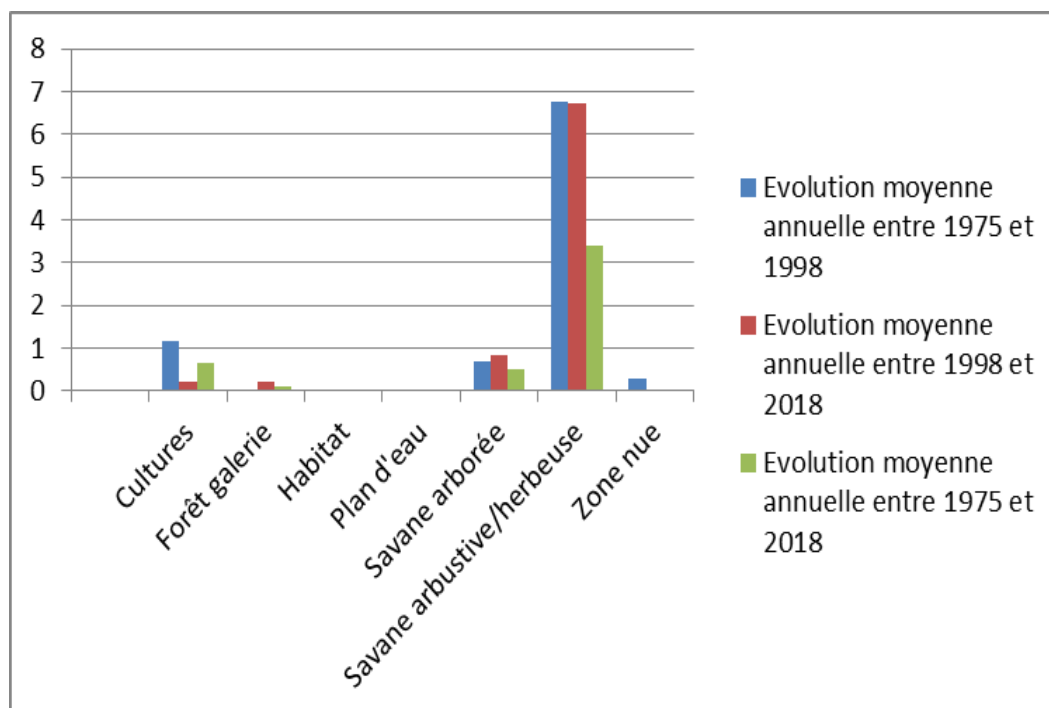


Fig. 5. Evolution moyenne annuelle des unités d'occupation des sols entre 1975 et 2018

Entre 1975 et 1998, certaines unités ont été marquées par une évolution moyenne annuelle plus consistante tandis que d'autres ont été quasiment au statu quo. En effet, lorsque l'on considère la période de 1975-2018, ce sont les unités de savanes

arbustives/herbeuses et les zones de cultures qui ont connu une évolution négativement plus rapide par rapport aux autres unités. Elles ont perdu annuellement 3,38% de leurs superficies dans la zone d'étude. Les zones de cultures ont connu une progression moyenne annuelle de 0,64%. Si l'on considère l'ensemble des unités d'occupation de terres identifiées dans le bassin versant de la Tapoa, trois ont connu une progression annuelle relativement faible. Il s'agit de l'habitat (0,0009%), les plans d'eau (0,007%) et les forêts galeries (0,1%) alors que les zones de cultures ont connu une progression très marquée.

Malgré les efforts de préservation des ressources naturelles dans les zones protégées, le processus de dégradation se poursuit. Celui-ci est accentué par la présence de l'aménagement qui favorise l'extension des cultures. A proximité du barrage, les superficies végétales connaissent une dégradation, car englouties par les exploitations agricoles, aussi bien sur le périmètre irrigué que dans les zones hors périmètre à cause de la pression foncière accentuée par les arrivées massives des migrants installés sur le périmètre. Toute chose qui contribue à la dégradation des savanes et du tapis herbacé, justifiant ainsi les répercussions de l'aménagement sur l'environnement du bassin versant de la Tapoa.

## **4 DISCUSSIONS DES RÉSULTATS**

### **4.1 ÉVOLUTION DES SUPERFICIES CULTURALES**

Les résultats présentés révèlent une emprise spatiale des cultures sur les formations végétales, en raison du développement des activités agricoles au cours de la période 1975-2018. En effet, les zones de cultures ont continuellement gagné en superficies passant ainsi de 24300 hectares en 1975, puis de 95014, 23 hectares en 1998 à plus de 100488,79 hectares en 2018. Ainsi, les zones de cultures représentaient 22,54% de la superficie totale dudit bassin versant en 2018.

L'augmentation de la superficie des champs exprime une certaine pression humaine sur le milieu naturel, se manifestant par une régression des unités naturelles. L'accroissement des superficies des champs au détriment des formations végétales naturelles a également été constaté par BELEM *et al* [16] qui ont montré que les superficies des champs ont progressé de 2,26 à 6,4% entre 1992 et 2013 dans la réserve de biosphère de la mare aux hippopotames. De leur point de vue, cette destruction de la végétation est liée au développement des champs de cultures à proximité de la réserve, démontrant l'intrusion des populations riveraines; de la modification des conditions climatiques mais dans les aménagements conçus autour de ces milieux. Dans le cas de l'aménagement de la Tapoa, l'augmentation de la population riveraine a été suivie par une demande accrue en terres agricoles autour du périmètre irrigué; ce qui justifie les actions de déboisement et la disparition du couvert végétal et des sous-bois. Des études telles que celles de OUEDRAGO *et al* [17] et SOUNGALO *et al* [18] ont souligné la régression des formations forestières des forêts classées du Burkina Faso.

La période 1975-2018 a été marquée par la réalisation de plusieurs travaux de réfection du barrage et d'extension des superficies aménagées sur le périmètre irrigué. Ces opérations exécutées au cours des années 1978, 2000 et 2016 ont directement porté préjudice à la végétation à travers les déboisements et favorisé l'extension des zones de cultures. De tels travaux ont favorisé l'extension progressive des superficies exploitées aussi bien sur l'emprise du périmètre qu'autour des zones situées dans la zone du barrage de la Tapoa. Les superficies irriguées exploitées qui étaient de 15 hectares au cours de la campagne sèche de 1972, atteignait plus de 110 hectares à la campagne de 2012. Au cours de la campagne 2018/2019, les superficies occupées par les cultures irriguées avoisinent 200 hectares à la campagne 2018/2019. De nombreux migrants, ce sont donc installés dans la zone du bassin versant, accentuant la demande en terres agricoles.

Pour GANSAONRE [2] et BELEM *et al* [16] l'augmentation de la superficie des champs exprime une certaine emprise humaine sur l'environnement et témoigne de la réduction du couvert végétal du milieu.

Le nombre des exploitants installés dans le périmètre irrigué était en dessous de 150 personnes en 2012 dont plus de 90% exploitent simultanément cultures pluviales et irriguées. La demande croissant des espaces de cultures favorise l'empiètement sur les espaces végétalisés. L'extension des cultures est l'une des spécificités caractéristiques du bassin versant de la Tapoa. La zone du bassin versant a connu une augmentation de sa population au cours de la période 1975-2018. Zone qui était reconnue pour sa faible densité dans les années 1970, sa population dépasse aujourd'hui les 500.000 habitants. La présence du lac de retenue avec une disponibilité permanente d'eau, et l'aménagement du périmètre irrigué ont considérablement accru la mobilité des migrants vers la zone ce qui a, d'une manière indirecte, eu des répercussions sur les formations végétales.

Du fait de la dominance des agriculteurs (plus de 93, 7%) la demande en terres cultivables est importante [10]. Les pratiques culturales extensives des populations accentuent sans doute la progression des terres cultivées. En effet, les champs sont abandonnés seulement après 3 à 5 années d'exploitation pour de nouvelles terres. Cependant, les paysans jadis orientés vers l'agriculture pluviale extensive sont de plus en plus éprouvés par les irrégularités pluviométriques, se traduisant par des poches

de sécheresses répétitives. Plusieurs paysans qui avaient abandonné le périmètre irrigué font leur retour dans l'aménagement où la mobilisation de l'eau est plus ou moins maîtrisée.

L'empiètement des superficies cultivées sur les zones boisées pourrait constituer un indice de destruction des unités végétales et partant de l'environnement. Dans l'espace du bassin versant de la Tapoa, les superficies affectées aux cultures ont connu une croissance importante. De 1975 à 2018, les zones de cultures sont passées de 24.300,7 hectares à 100.489 ha; ce qui justifie la conversion des espaces savaniques et des galeries en zones anthropisées, occupées essentiellement par les cultures et les habitations. Durant la période 1975-2018, le fait marquant dans l'évolution des unités d'occupation des terres du bassin versant est l'apparition lente des zones d'habitation. Celle-ci peine à être perceptible à l'échelle du bassin versant durant toute la période 1975-1998. A partir de 2018, les superficies occupées par les habitations est perceptible sur la carte d'occupation à l'échelle d'étude. Bien que cela ne soit pas synonyme d'absence totale d'habitats, la situation révèle néanmoins une faible densité humaine qui s'est poursuivie jusqu'en 2018. C'est une caractéristique spécifique à la zone d'étude. De nos jours, on constate que l'agriculture de saison sèche ou de contre saison est une pratique de plus en plus adoptée dans la zone du bassin versant et particulièrement accrue autour de la retenue d'eau de Tapoa alors qu'avant la construction du barrage, elle était peu pratiquée par les populations de la zone. Une étude réalisée dans la région de l'Est burkinabè en 2014/2015, a estimé au moins 245 sites aménagés et dont plus de 50% de ces sites étaient localisés sur le bassin versant de Mekrou-Tapoa [5].

#### 4.2 DYNAMIQUE DES UNITES VEGETALES À L'ECHELLE DU BASSIN VERSANT

Les défrichements soutenus et l'extension des parcelles de culture sont consécutifs à l'arrivée d'une horde de migrants à la recherche de terres plus fertiles. Or l'esprit qui anime les migrants est de dégager toujours des surplus agricoles commercialisables [19].

Dans le bassin versant de la Tapoa, on constate que quelle que soit la période considérée notamment 1975-1998, 1998-2018, 1975-2018, les savanes arbustives et herbeuses occupent plus de 70% de la superficie totale. Cela est justifié à travers l'analyse de la matrice de transition. L'ampleur des savanes arbustives est plus importante par rapport à d'autres unités dans le bassin versant de la Tapoa. A l'image de ce dernier, d'autres zones aménagées comme la réserve de biosphère de la mare aux hippopotames connaissent une dominance des savanes arbustives. Selon BELEM *et al* [16], la réserve connaît une réduction des formations forestières fermées telles que les forêts claires au profit des savanes arbustives qui deviennent dominants et des parcs agroforestiers.

La région de l'Est est caractérisée par une végétation constituée de savane arborée qui se dégrade par endroits pour donner lieu à des savanes arbustives [5], [2]. La réalité vécue dans le bassin versant de la Tapoa, confirme cette affirmation étant donné que la production agricole extensive est la plus privilégiée par les populations rurales.

L'augmentation des unités de savanes arbustives est liée à l'effritement des savanes arborées. Par contre, elles s'amenuisent du fait de l'empiètement des zones de cultures et des zones nues. Dans le bassin versant de la Tapoa, la dominance des agriculteurs (plus de 80%) induit sur la demande foncière.

En outre, les besoins de pâture pour leurs bétails est un facteur qui contribue à la dégradation du couvert végétal. Les activités pastorales sont un facteur de pression sur les formations végétales du bassin versant de la Tapoa. Ainsi, l'installation de nouvelles familles des migrants et la recrudescence du cheptel sur le bassin versant de la Tapoa entre 1975 et 2018 ont été à l'origine de la disparition de 95959,2 hectares de savanes arbustives et herbeuses et 15397,74 hectares de formations galeries. Il va donc sans dire que cela a modifié la physionomie actuelle du bassin versant par rapport à celle de 1975. Ce sont les techniques de production agricoles qui sont les véritables causes de la dégradation du couvert végétal. L'année 2000 a connu une arrivée massive de migrants venus principalement du Plateau central burkinabè, de la Gnagna et des communes rurales voisines de Diapaga. Ces migrants ont bénéficié d'une facilité d'accès aux parcelles sur le périmètre et un accompagnement dans le labour des parcelles. Plusieurs d'entre eux ont également réalisé de nouvelles défriches avec l'accompagnement de certains autochtones. De nombreux autochtones qui avaient bénéficié des attributions antérieures de parcelles à la suite des aménagements antérieurs avaient cédés leurs parcelles à des migrants, abandonnant le périmètre au profit des cultures pluviales. L'exploitation du périmètre était donc reléguée au second plan surtout avec le développement de la culture du coton qui constituait une importante source de revenus.

Plusieurs parcelles abandonnées par les autochtones se sont donc retrouvées exploitées des migrants très souvent après une simple demande auprès des anciens bénéficiaires. Ces migrants en plus de l'exploitation, s'investissent également dans les cultures pluviales dans les zones hors périmètre; ce qui accentuent la dégradation des savanes arbustives, de la strate herbeuse et des formations galeries. Cette situation est particulièrement vécue dans les espaces à l'extérieur des aires protégées du bassin versant. L'accroissement de la population dans le bassin versant favorise des défriches dans les savanes

arbustives, exacerbées par la pression foncière sur les nouvelles terres agricoles, synonyme de dégradation des espaces naturels.

Le bassin versant de la Tapoa constitue par excellence un couloir de transit pour les éleveurs transhumants au regard du potentiel fourrager. Ce couloir s'étend jusqu'aux proximités du Parc W et dans les zones villageoises qui les prolongent [20]. En raison des fortes potentialités en terres agricoles, la partie de ce bassin est devenue une zone d'attraction pour les migrants agriculteurs en provenance de la province de la Gnagna, des régions du Plateau Central, du Sahel et des pays voisins tels que le Niger. La tendance à la régression du couvert végétal particulièrement des savanes arbustives sont le fait des dynamiques migratoires impulsées par les besoins d'accroissement des superficies agricoles [17], [2]. L'accroissement des superficies des cultures entre les années 1975 et 2018 ont particulièrement affecté la redistribution des unités d'occupation des terres avec une dominance des unités anthropiques. Les superficies des savanes arbustives/herbeuses ont connu une régression progressive se traduisant particulièrement par leurs conversions en zones nues dans la période 1975-2018. Cela est lié au fait que ces unités sont plus exposées aux pressions agricoles et pastorales dans la zone. Les savanes arbustives et herbeuses sont celles qui sont le plus accessibles aux populations locales dans la zone du bassin versant de la Tapoa.

De nombreuses espèces végétales accessibles sont le plus souvent exploitées par les populations pour satisfaire leurs besoins basiques notamment la médecine traditionnelle, l'alimentaire, le bois et le charbon de bois [2]. De plus, les savanes arbustives et herbeuses, riches en fourrage, situées à proximité de la retenue d'eau de la Tapoa, sont des lieux de passage des troupeaux pour les besoins d'abreuvement du bétail surtout pendant la saison sèche. Ces migrations des pasteurs et leurs bétails constituent une source de dégradation de la strate herbeuse.

L'évolution des superficies cultivées associée à la densité du bétail dans la zone constituent une menace pour l'environnement. Dans le bassin versant de la Tapoa tout comme au plan national, les récentes augmentations de la production agricole constatées ces dernières décennies sont plutôt, le fait d'une extension des terres cultivées, la réduction de la durée des jachères que de l'augmentation des rendements des cultures. En outre, plusieurs espèces végétales sont constamment utilisées pour la préparation des mets locaux, de la médecine traditionnelle, les PFNL, etc. La pression sur ces ressources conduit ainsi à une situation de dégradation des unités les plus sollicitées par les populations locales.

D'une manière générale, l'on note un phénomène de dégradation généralisée de la végétation dans l'ensemble du bassin versant de la Tapoa. Cette tendance est confirmée car au niveau national elle est marquée par une diminution annuelle des superficies végétales de l'ordre de 6,2 % [21].

L'implantation du barrage de la Tapoa et son aménagement sont des facteurs qui portent un impact aux formations végétales du bassin versant. L'arrivée massive des migrants, particulièrement dans les années 2000, avec l'extension des superficies aménagées est un facteur non négligeable de cette régression végétale.

Et comme reconnaissait déjà [19], l'implantation du barrage en lui-même a porté un coup dur à la végétation non seulement en phase de construction mais aussi à la suite des opérations d'aménagements consécutives du périmètre irrigué.

On peut dire que cette présence du barrage et son aménagement a concouru à l'affaiblissement des unités végétales et de leurs diversités biologiques. Le développement des activités autour de l'aménagement hydro-agricole de la Tapoa a donc un effet sur les changements de l'environnement naturel du bassin versant de la Tapoa. Les activités agricoles ont contribué à d'importantes modifications de la couverture végétale qui s'opèrent principalement avec le détriment des zones boisées [2]. Les mauvaises pratiques des riverains sur l'aménagement hydro-agricole telles que les occupations anarchiques et l'exploitation des berges en aval et en amont du barrage détruisent davantage les formations végétales. L'augmentation des populations sur les berges, occasionnent des défrichements incontrôlés qui induisent une pression sur l'environnement du site, source d'une régression de la diversité biologique. L'augmentation des superficies exploitées en cultures irriguées au-delà de la zone aménagée, accentue le risque de disparition de la végétation le long du cours d'eau de la Tapoa. Cette tendance est en grande partie liée au développement des plantations qui se développent autour de la retenue d'eau.

Paradoxalement, sur la même période, les savanes arborées ont vu leurs superficies augmentées de 2878,2 hectares. Cela s'explique par le fait que les aires protégées du bassin versant sont particulièrement dominées par des formations arborées qui bénéficient des efforts de protection menés par les acteurs de la conservation de la nature. Toutefois, une analyse de l'évolution des savanes arborées entre les années 1975 et 1998, révèle une tendance à la dégradation des superficies des formations arborées dans le bassin versant de la Tapoa. Cela se justifie par les sécheresses successives des années 1980-1987 qu'a connu le pays, surtout liés aux déficits pluviométriques à l'instar de la sous-région ouest africaines. Certains auteurs comme [2], justifient cette augmentation par l'importance des actions entreprises dans la zone particulièrement dans les aires protégées.

Faut-il le rappeler, le bassin versant de la Tapoa concentre une forte potentialité d'aires protégées car environ un quart (¼) de sa superficie est couverte de parcs et de réserves partielles notamment le Parc National W, la réserve de Tapoa-Djerma.

Cette augmentation des superficies des savanes arborées avait été constatée par [19] dans le bassin versant de Kompienga. Cependant, les raisons avancées étaient d'ordres traditionnels du fait que dans la plupart des sociétés traditionnelles africaines où les croyances religieuses sont à dominance animiste, les fétiches censés protéger les populations locales sont dans des zones boisées denses. Ces formations sont alors considérées comme des bois sacrés et par conséquent protégées, ce qui contribue à leurs préservations par les populations. Dans la société gourmantché, majoritaire dans la zone d'étude, ce type de conception de la religion animiste est encore pesant. Cette raison peut favoriser la préservation des savanes arborées.

Cependant, elle ne peut être la seule raison soutenable pour justifier ce fait d'accroissement des unités de savanes dans le bassin versant de la Tapoa. Il faut également noter que plusieurs essences utilitaires sont protégées par les populations locales en raison des services qu'elles offrent. Ce sont entre autre *Vitellaria paradoxa* ou *Butyrospermum paradoxum* (C.F. Gaertn.) Hepper, *Parkia biglobosa* (Jacq) R. Br, *Lannea microcarpa* Engl. K.Krause. *Adansonia digitata* Linn., *Tamarindus indica* Linn, *Faidherbia albida* (Del). A Chev.

En outre, la densité du réseau hydrographique dans le bassin versant pourrait favoriser le rapide développement des arbres le long des cours d'eau comme celui de la Tapoa. Le barrage de la Tapoa est une zone humide d'intérêt international qui bénéficie sans doute d'une attention particulière dans la protection et la surveillance des activités à proximité. Depuis 2012, ce barrage a été inscrit sur la liste des sites RAMSAR sous le numéro 1876 en raison de l'importance de l'écosystème. Les berges de ce barrage sont couvertes par un peuplement relativement dense de *Vetiveria nigriflora* (Benth) Stapf qui participe au renforcement du couvert végétal.

La protection de la retenue d'eau contre les activités économiques dégradantes est une action d'une grande importance entreprise par le comité local de l'eau de la Tapoa. Entre 2012 et 2015, la structure a bénéficié de 15 336 260 FCFA pour mener des activités sur l'aménagement avec l'appui de l'Agence de l'Eau du Gourma.

On note également la multiplicité des vergers de manguiers, goyaviers, des bananeraies, qui se sont développées tout le long des cours d'eau qui participent au renforcement des formations arborées. Ce cours d'eau se distingue dans la province de la Tapoa par l'importance des plantations fruitières qui colonisent les berges en amont et en aval.

#### 4.3 REPERCUSSION SUR LES ASPECTS SOCIO-ENVIRONNEMENTAUX

Les récentes augmentations de la production agricole dans la sous-région ouest-africaine constatées ces dernières décennies sont plus le fait d'une extension des terres cultivées que d'une augmentation des rendements [21].

La population de la zone du bassin versant de la Tapoa, majoritairement dominée par les Gourmantché, est principalement constituée d'agro-pasteurs pour qui les ressources végétales contribuent à la sécurité alimentaire. En effet, plusieurs espèces représentent une importance capitale du fait de l'exploitation des produits forestiers non ligneux (PFNL), du bois de chauffe et des usages médicinaux traditionnels. Parmi ces espèces, *P. biglobosa*, *T. indica* et *Vitellaria paradoxa* (C.F. Gaertn.) Hepper sont parmi les espèces végétales les plus touchées. Elles sont constamment mentionnées par les populations comme étant utilisées pour la préparation des mets locaux, la commercialisation et les soins de santé. La réduction de ces espèces végétales est une perte pour les populations locales qui les utilisent.

La dégradation du couvert végétal est due aux activités humaines [22]. Cet effet multiple sur la végétation en raison de la multiplicité des activités humaines consécutives à l'aménagement de la Tapoa, a une incidence sur les habitudes des communautés locales. La progression des fronts agricoles est réactivée par le barrage et affecte la situation socio-économique et environnementale des populations [23].

La péjoration climatique avec son cortège de précarisation des conditions de vie des populations rurales va certainement renforcer la compétition foncière entre autochtones et migrants dans le bassin versant de la Tapoa et particulièrement dans les environs de l'aménagement; ce qui accentue la multiplication des voisinages conflictuels entre usagers de la zone d'étude. Dans la région de l'Est, les contraintes d'accès au foncier et aux pâturages constituent les plus grands freins avec pour conséquence des conflits permanents entre agriculteurs et éleveurs. Or il est admis que l'essor des conflits liés aux usages de l'espace est parfois présenté comme une évidence, qui marquerait l'avènement de nouvelles pratiques sociales, ou d'inéluctables évolutions territoriales. Ce sont des révélateurs des mutations et des changements qui se produisent dans les territoires [24].

## 5 CONCLUSION

La dynamique des unités d'occupation des terres consécutive à l'aménagement hydro-agricole révèle une dégradation des unités naturelles au profit des unités anthropiques dans le bassin versant de la Tapoa. Cet aménagement malgré ses apports, joue donc un rôle important dans la dégradation de l'environnement de la zone d'étude. La méthodologie déployée a permis de comprendre que cette dynamique se caractérise par une destruction progressive des savanes arbustives et herbeuses dans la période 1975-2018 dans la zone du bassin versant. Toutefois, il a été noté un renforcement des savanes arborées qui bénéficie des actions de protection dans les aires protégées. L'aménagement hydro-agricole de la Tapoa a favorisé la progression des zones de cultures au cours de la période 1975-2018. Cela se manifeste par une extension des superficies cultivées au détriment des unités savanicoles, majoritairement dominantes dans la zone d'étude. Il est donc évident que la construction du barrage et son aménagement a des répercussions sur l'environnement du bassin versant de la Tapoa.

La réduction des unités naturelles, accentuée par les activités développées autour du barrage, s'expliquent par les extensions des terres exploitées à des fins économiques et alimentaires des ménages. La dégradation continue de la végétation ligneuse pourrait donc avoir des conséquences économiques sur des populations du fait de leur forte dépendance à l'exploitation de cette ressource [1]. Face à cette situation, il est judicieux d'investiguer sur les mesures de protection de la nature à mettre en œuvre dans le bassin versant afin de minimiser le phénomène d'extinction du couvert végétal qui se profile à l'horizon si rien n'est fait dans la zone surtout avec l'intérêt grandissant des populations pour l'exploitation du barrage de la Tapoa.

## REFERENCES

- [1] Pounyala Awa Ouoba, Evariste Constant Da Dapola et Souleymane Pare. « Perception locale de la dynamique du peuplement ligneux des vingt dernières années au Sahel burkinabé », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 14 Numéro 2 | septembre 2014, mis en ligne le 10 septembre 2014, consulté le 03 mai 2019. URL: <http://journals.openedition.org/vertigo/15131>; DOI: 10.4000/vertigo.15131.
- [2] GANSAONRE Raogo Noël. Perception de la dynamique du couvert végétal à la périphérie du parc W/Burkina Faso, *Revue de géographie de l'Université de Ouagadougou*, n°7, vol. 1, pp. 1-25, 2018.
- [3] HOUNTONDI Yvon-Carmen Houéhanou. Dynamique environnementale en zones sahélienne et soudanienne de l'Afrique de l'Ouest: Analyse des modifications et évaluation de la dégradation du couvert végétal. Thèse de doctorat, 153 pages. Faculté des sciences. Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université de Liège, 2008.
- [4] AGBODAN Kodjovi Mawuégnigan Léonard<sup>1</sup>, AKPAVI Sêmihinva, AMEGNAGLO Kossi Béssan, AKODEWOU Amah, DIWEDIGA Badabaté, KODA Donko Koudzo, AGBODAN Kokou Agbékonyi, BATAWILA Komlan, AKPAGANA Koffi. Connaissances écologiques locales sur les indicateurs de dégradation des sols utilisées par les paysans dans la zone guinéenne du Togo (Afrique de l'ouest). *REV. RAMRES - VOL.07 NUM.00. 2019 \* ISSN 2424-7235*.
- [5] Global Water Partnership/Afrique de l'Ouest. « Analyse de l'utilisation actuelle des ressources en eau et définition de la situation de référence sur la portion du territoire du Burkina se situant dans le bassin de la Mékrou et les études des plans GIRE existants, des politiques et stratégies de croissance verte et de gestion des situations de sécheresse et d'inondation, des politiques et stratégies énergétiques et de la lutte contre la pauvreté au Burkina Faso », 43 pages, Projet Mékrou-Burkina Faso, 2016.
- [6] SAMOURA Karim. Contributions méthodologiques à l'évaluation environnementale stratégique de l'exploitation du potentiel hydroélectrique des bassins côtiers en milieu tropical: cas du Konkouré, en guinée. Thèse de doctorat. Université du Québec à Montréal, 304 pages, 2011.
- [7] Fowe T., Karambiri H., Paturel Jean-Emmanuel, Poussin Jean-Christophe, Cecchi Philippe. Water balance of small reservoirs in the Volta basin: a case study of Boura reservoir in Burkina Faso. *Agricultural Water Management*, 2015, 152, p. 99-109. ISSN 0378-3774.
- [8] SAWADOGO M. Etude de la reconstruction du barrage de la Tapoa dans la région de l'Est, Mémoire de Master en Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement, 2IE-AC3E, Ouagadougou, Burkina Faso, 79 pages, 2014.
- [9] SAWADOGO Abdoul Bassit. Dynamique spatio-temporelle des feux de brousse dans le corridor forestier de la boucle du Mouhoun, Mémoire de Master professionnel en SIG-AGEDDD/ Gestion de l'environnement et développement durable, Département de géographie. Université de Ouaga I Pr. Joseph Ki Zerbo, 114 pages, 2018.
- [10] SAWADOGO Hamado. Using soil and water conservation techniques to rehabilitate degraded lands in Northwestern Burkina Faso. *VL 9, DO: 10.3763/IJAS.2010.0552, International Journal of Agricultural Sustainability*.
- [11] GUINKO Sita, 1984. Végétation de la Haute-Volta. Thèse de doctorat d'Etat, Université de Bordeaux III, 394 p. + annexes.

- [12] Daniabla Natacha Edwige THIOMBIANO, NIEYIDOUBA Lamien, Ana M. CASTRO-EULER, Barbara VINCETI, Dolores AGUNDEZ, Issaka Joseph BOUSSIM. Local Communities Demand for Food Tree Species and the Potentialities of Their Landscapes in Two Ecological Zones of Burkina Faso, 2013 N°3, 79-87; Published Online July 2013 in SciRes Vol3, Open Journal of forestry. (<http://www.scirp.org/journal/ojf>) <http://dx.doi.org/10.4236/ojf.2013.33014>.
- [13] Marco SCHMIDT, Holger KREFT, Adjima THIOMBIANO, Georg ZIZKA; Herbarium collections and field data-based plant diversity maps for Burkina Faso. *Diversity and Distributions*, (Diversity Distrib.) 11, 509–516. DOI: 10.1111/j.1366-9516.2005.00185.x, 2005.
- [14] OUÉDRAOGO (K), 2009. Evaluation des coûts additionnels et des bénéfices du Parc W/Burkina Faso pour les communautés agropastorales locales: cas des agropasteurs et des transhumants du terroir riverain de Kotchari. Diplôme d'ingénieur du développement rural, IDR/UPB, 52p.
- [15] GUELBEOGO (S), 2017. Dynamique des ressources naturelles dans le bassin versant du lac Bam. Mémoire de Master professionnel en Système d'information géographique/Environnement et développement durable. Dept de Géographie, Université Ouaga I Pr. Joseph Ki Zerbo, 119 pages.
- [16] BELEM M., NABALOU M., DA D. Evariste C. 2017. Dynamique de l'occupation des terres dans la Réserve de Biosphère de la Mare aux Hippopotames, Poster présenté au 3è SIST 3è SIST, CNRST/CORAF, Ouagadougou du 4 au 8 Décembre.
- [17] Arnaud OUEDRAOGO, Evariste Constant Dapola DA, Awa Pounyala OUOBA. Perception locale de l'évolution du milieu à Oula au Nord du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol 11, N°1, 2017 Int. J. Biol. Chem. Sci. 11 (1): 144-156, <http://ajol.info/index.php/ijbcs> <http://indexmedicus.afro.who.int>, (February 2017).
- [18] SOUNGALO Soulama, Abel KADEBA, Blandine M.I. NACOLMA, Salifou TRAORE, Yvonne BACHMANN, Adjima THIOMBIANO. Impact des activités anthropiques sur la dynamique de la végétation de la réserve partielle de faune de Pama et de ses périphéries (sud-est du Burkina Faso) dans un contexte de variabilité climatique. *Journal of Applied Biosciences* 87: 8047–8064, ISSN 1997-5902, 2015.
- [19] DIPAMA Jean-Marie. Les impacts du barrage hydro-électrique sur le bassin versant de la Kompienga (Burkina Faso). Thèse de Doctorat Géographie tropical. Université de Montaigne Bordeaux III, 398 pages, 1997.
- [20] AMADOU BOUREIMA et BOUTRAIS (J), 2012. Logiques pastorales et de conservation de la nature: les transhumances et le parc du w (Niger, Burkina Faso, Bénin). *Presses de Sciences Po « Autrepart »* 2012/1 N° 60 | pages 55 à 75.
- [21] SP/CONEED. Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable. <http://www.onedd-burkina.info/index.php/2012-09-21-16-57-47>.
- [22] Julien AVAKOUDJO, Adi MAMA, Ismaïla TOKO, Valentin KINDOMIHO, Brice SINSIN. Dynamique de l'occupation du sol dans le Parc National du W et sa périphérie au nord-ouest du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. December 2014. ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print). <http://indexmedicus.afro.who.int>.
- [23] Jean OUEDRAOGO, Elisée OUEDRAOGO, Hassan Bismarck NACRO. Effet de l'interaction entre des modes de gestion de fertilité et la macrofaune sur la productivité du niébé et du sorgho en zone nord soudanienne du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. Int. J. Biol. Chem. Sci. 8 (1): 104-114, February 2014.
- [24] TORRE André. Conflits environnementaux et territoires, in Zuideau B. (ed), *Développement Durable et Territoire*, Presses Universitaires du Septentrion, 518p, 2010.

## Caractérisation pétro-sédimentaire et étude géotechnique des formations de subsurface d'Attiekoi (Sud-est du bassin Ivoirien)

### [ Petro-sedimentary characterization and geotechnical study of the Attiekoi subsurface formations (South-East of the Ivorian basin) ]

*Akoua Clarisse Kra<sup>1</sup>, Fori Yao Paul Assale<sup>1</sup>, Assié Aristide Kouao<sup>1</sup>, Boliguibia Ouattara<sup>2</sup>, and Souleymane Soro<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Laboratoire de Géologie Marine et de Sédimentologie, Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB), Abidjan, Côte d'Ivoire

<sup>2</sup>Laboratoire d'Essais, de contrôle, d'Analyses et d'Assistance technique, Abidjan, Côte d'Ivoire

---

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** This study is part of the development of sands and gravels in the locality of Attiékoï (south-east of Côte d'Ivoire) in public works technique. The objective is to determine the lithological and geotechnical characteristics of the formations in order to assess the depth, extent and quality of the gravel deposit to be exploited. After the lithological characterization and according to AFNOR standards, geotechnical tests were carried out on the samples. These are the sieve size analysis, the Atterberg limits, the modified Proctor, CBR and VBS tests, the sand equivalent, the specific gravity, the apparent density, the Los Angeles, the Micro-Delval and chemical analyzes. (Magnesium, Calcium, Salinity). The results revealed six lithological units, including coarse-grained sands, mottled clays, conglomerate formations, gravelly sand, lateritic clay and bar earth. The geotechnical characterization testifies to three preponderant classes of aggregates (fillers, sands and gravel). These tests show that these materials do not meet the minimum specifications and cannot be suitable for public works.

**KEYWORDS:** Sand, Gravel, Geotechnical characterization, Attiékoï, Côte d'Ivoire.

**RESUME:** Cette étude s'inscrit dans le cadre de la valorisation des sables et graviers de la localité d'Attiékoï (Sud-est de la Côte d'Ivoire) en technique des travaux publics. L'objectif est de déterminer les caractéristiques lithologiques et géotechniques des formations en vue d'apprécier la profondeur, l'étendue et la qualité du gisement de gravier à exploiter. Après la caractérisation lithologique et selon les normes AFNOR, des essais géotechniques ont été réalisés sur les échantillons. Ce sont l'analyse granulométrique par tamisage, les limites d'Atterberg, les essais Proctor modifié, CBR et VBS, l'équivalent de sable, le poids spécifique, la densité apparente, le Los Angeles, le Micro-Delval et des analyses chimiques (Magnésium, Calcium, Salinité). Les résultats ont permis de mettre en évidence six unités lithologiques dont les sables à granulométrie grossière, les argiles bariolées, les formations de conglomérat, le sable graveleux, l'argile latéritique et la Terre de barre. La caractérisation géotechnique témoigne de trois classes prépondérantes de granulats (les fillers, les sables et les graves). Il ressort de ces essais que ces matériaux ne répondent pas aux spécifications minimums et ne peuvent être adéquats pour les travaux publics.

**MOTS-CLEFS:** Sable, Gravier, Caractérisation géotechnique, Attiékoï, Côte d'Ivoire.

## 1 INTRODUCTION

La géotechnique des bâtiments reste aujourd'hui d'actualité. En Côte d'Ivoire, l'urbanisation de la ville d'Abidjan et de ses environs suscite une demande accrue de la matière première pour la fabrication des matériaux de construction. Devant les

sollicitations de plus en plus croissante, les sociétés d'exploitation, dans le but de proposer des matériaux de qualité, mènent plusieurs travaux de recherche pour l'acquisition de nouveaux sites. C'est dans cette optique que le projet d'étude de faisabilité, pour la mise en place d'une carrière de gravier dans la localité d'Attiékoï a été initié. L'objectif est de caractériser les différentes formations en vue de déterminer l'étendue du gisement de gravier à exploiter.

## 2 MATERIEL ET METHODES

### 2.1 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Attiékoï est une localité du Sud-est du bassin onshore et appartient au district d'Abidjan dans la région des lacs. La géologie de cette localité est caractérisée par des sédiments tertiaires reposant en discordance sur le socle cristallin. Celui-ci affleure au Nord d'Anyama et se présente sous de faciès divers avec des granites à Akoupé, des schistes à Anyama et des gneiss à Attiékoï [1]. Au plan hydrologique, la zone d'étude est dominée par des affluents des rivières Bété et Djibi (Fig. 1). Ce réseau devient complexe avec des étangs et digues de retenue d'eau. Ils se déversent toutes dans les lagunes Potou et Aghien en aval de la zone d'étude. Ladite zone a été subdivisée en 5 zones (Fig. 2) susceptibles de contenir d'énormes gisements de graviers, suite à des études géophysiques préalablement effectuées. Les sondages sont réalisés suivant les différentes zones. Le tableau 1 présente les coordonnées géographiques en UTM des points de sondage par zone.

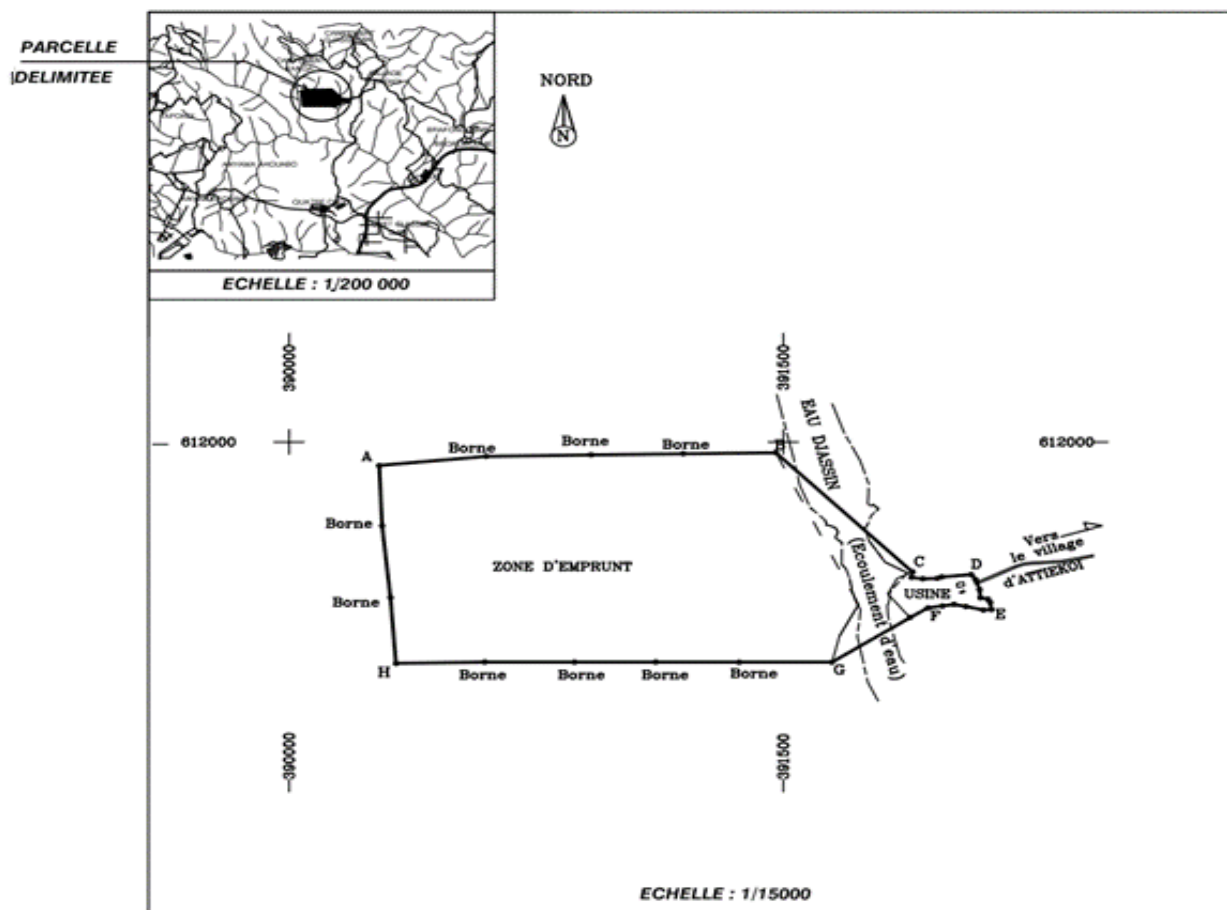


Fig. 1. Extrait topographique de la zone d'étude (Source LECAT, 2017)

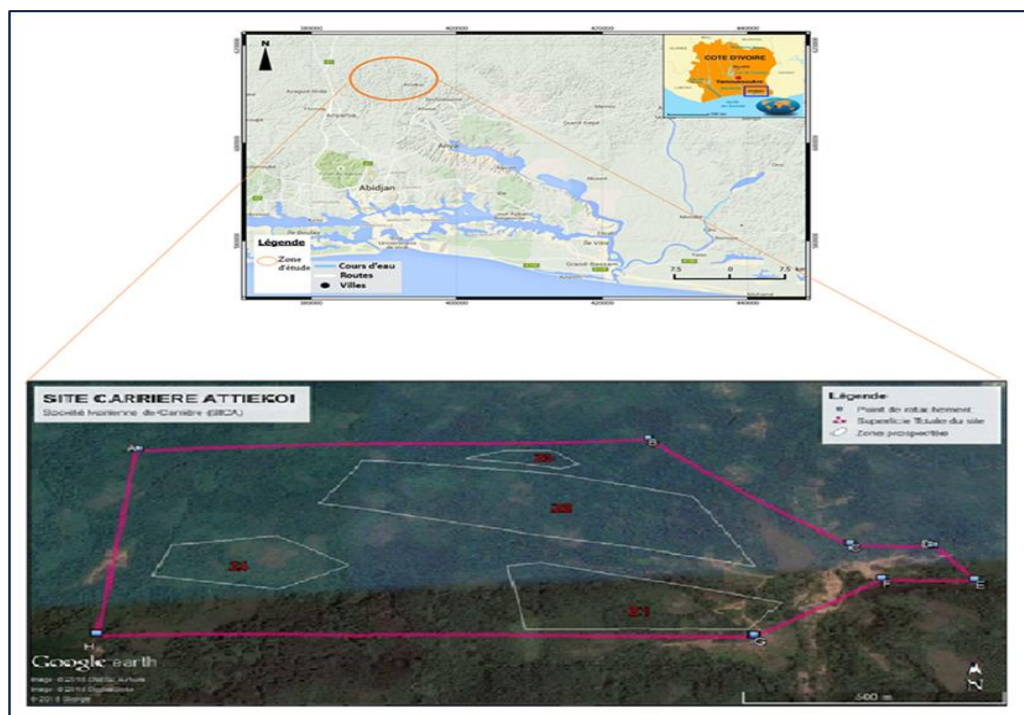


Fig. 2. Subdivision de la parcelle en zone

Tableau 1. Coordonnées géographiques des points de sondage

POINT DE SONDAGES		COORDONNEES (UTM)		
		X	Y	ALTITUDE (m)
ZONE 1	Z1SC1	0391496	0611300	73
	Z1SC3	0391288	0611267	65
ZONE 2	Z2SC1	0391626	0611499	57
	Z2SC3	0391597	0611611	65
	Z2SC4	0391527	0611549	70
ZONE 4	P1	0390747	0611419	61
	P2	0390833	0611402	39
ZONE INTERMEDIAIRE	P1	0391290	0611905	67
	P2	0391302	0611831	75
	P3	0391310	0611717	86
	P5	0391463	0611548	76
	P6	0391557	0611557	58
	P7	0391599	0611629	61
	P9	0391557	0611454	57
	P10	0391429	0611665	82

## 2.2 MATÉRIEL ET MÉTHODES D'ÉTUDE

L'essentiel du matériel est constitué de 34 échantillons prélevés en fonction de leur importance géotechnique (hétérogénéité) sur 15 sondages carottés de 20 m de profondeur. Afin de mieux apprécier le comportement des matériaux des différentes couches d'horizon de la zone d'étude, les échantillons ont été décrits et des essais de laboratoire ont été réalisés sur ces dits échantillons conformément aux normes AFNOR. L'essai classique d'analyse granulométrique par tamisage (NFP94-056) a été réalisé sur tous les échantillons (sables argileux, sables et échantillons concassés). Les limites d'Atterberg (NF P94-051), l'essai Proctor modifié (NF P94-093), l'essai CBR (NF P94-078) et l'essai VBS (NF P94-068) ont été appliqués sur les sables

argileux. Outre ces essais, l'équivalent de sable (NF EN 933-8), le poids spécifique (NF EN 1097-6), la densité apparente suivie d'analyses chimiques (Magnésium, Calcium, Salinité) ont été réalisés sur les sables. Enfin le Los Angeles (NFP 18-573), le poids spécifique (NF EN 1097-6), le Micro-Deval (N EN 1097-1) et la densité apparente sont les essais effectués sur les échantillons concassés.

### 3 RESULTATS ET DISCUSSION

#### 3.1 CARACTÉRISATION PÉTRO-SÉDIMENTAIRE DES FORMATIONS

Les formations observées dans la zone d'étude sont de deux natures. Elles sont constituées de roches cristalline et sédimentaire. La première catégorie de roches est constituée de filons de quartz desquels se sont détachés des blocs (Fig. 3) de quartz disséminés un peu partout sur le site.



*Fig. 3. Echantillon de quartz issu d'un filon de quartz*

La deuxième catégorie de nature sédimentaire est constituée de formations conglomératiques, de grès et d'argiles. Les conglomérats (Fig. 4) sont constitués de galets de quartz laiteux cimentés par du sable argileux ocre. Les quartz de ce conglomérat sont roulés et de taille variable.



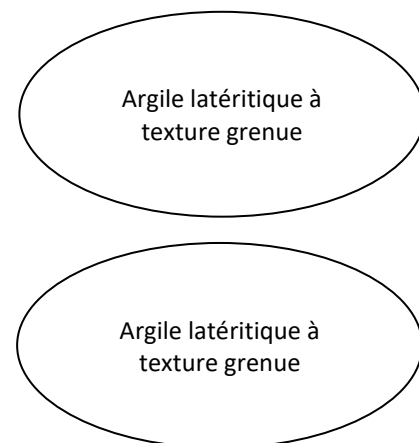
*Fig. 4. Conglomérat*

Les formations gréseuses observées présentent une coloration jaune orangé tachetée à certains endroits de rouge ocre. Constitués majoritairement de quartz de petites tailles, ces grès sont à ciment ferrugineux. Ce sont des grès microgranulaires.



**Fig. 5. Grès ferrugineux**

Des argiles latéritiques rouge brique à texture grenue et fine (Fig.5). Cette coloration est due à la cristallisation d'oxydes, sous forme d'alumine ( $Al_2O_3$ ) et d'hématite ( $Fe_2O_3$ ) issus de la déshydratation progressive de silicates, d'oxydes de fer et d'aluminium libérés dans le sol [2]. En outre, des argiles compactes (Fig. 6) verdâtres, blanchâtres et bariolées ont été également observées. Certaines de ces argiles se débitent en feuillets (fig. 6 A). Pour ce qui est des argiles bariolées, les taches de redistribution du fer sont nettes. Les parties grises indiquent le départ du fer tandis que les parties rouilles (jaune orangé) témoignent d'une accumulation d'oxyde de fer.



**Fig. 6. Argile latéritique**

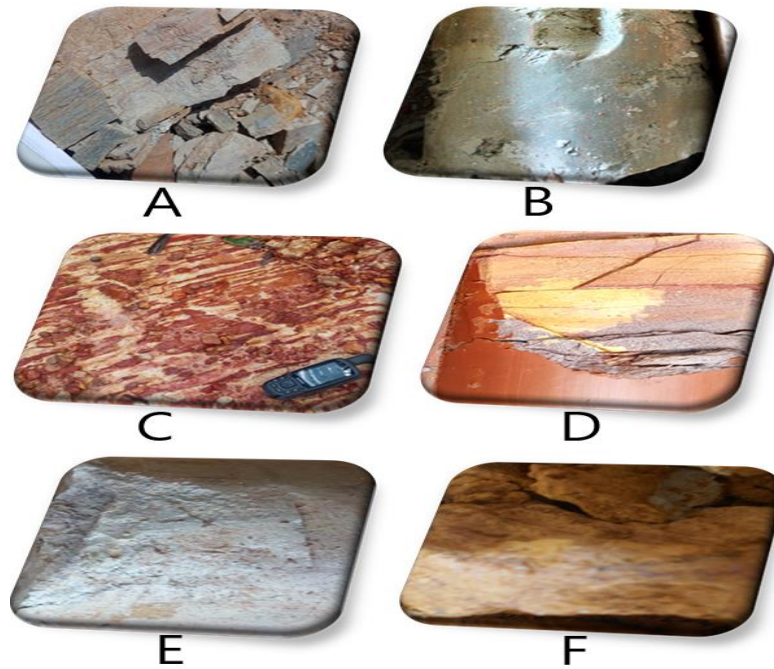


Fig. 7. Différents faciès d'argile

A: argile débitée en feuillet. B: argile verdâtre. C et D: deux faciès d'argile bariolée. E: argile grisâtre F: argile jaunâtre

### 3.2 SYNTHÈSE LITHOLOGIQUE DES FORMATIONS DES DIFFÉRENTS SONDAGES

La synthèse lithologique des carottes montre six unités de formations dans le sens de la sédimentation (Fig. 8):

- L'unité 1 est constituée de sable à granulométrie grossière. Les grains de quartz contenus dans cette unité sont majoritairement (émoussés) roulés et de couleur rose;
- L'unité 2 est formée d'argiles bariolées. Cette formation composée de plusieurs couleurs (rouge, blanc, jaune et brun) contient à certains endroits des intrusions de quartz. Il arrive que l'une des couleurs précitées soit dominante dans la couche;
- L'unité 3 est une formation de conglomérat. Elle est constituée de particules de quartz anguleux, d'argiles et de sable à grains fins. La forme anguleuse des particules quartzes fait allusion à une brèche;
- L'unité 4 est constituée de sables graveleux à grains de taille variable et de coloration rouge ocre;
- L'unité 5 renferme l'argile latéritique. Les couleurs varient du rose orangé modéré au brun orangé modéré. Cette formation contient par endroit des débris de grès ferrugineux;
- L'unité 6 appelée terre de barre termine la sédimentation. Elle est constituée de sable argileux brun et de la terre végétale humifère. Cette formation renferme des débris carbonés, des débris d'animaux (restes de mille pattes, d'insectes, etc...) et des débris de végétaux (morceaux de racines, d'écorce de bois et de feuilles).

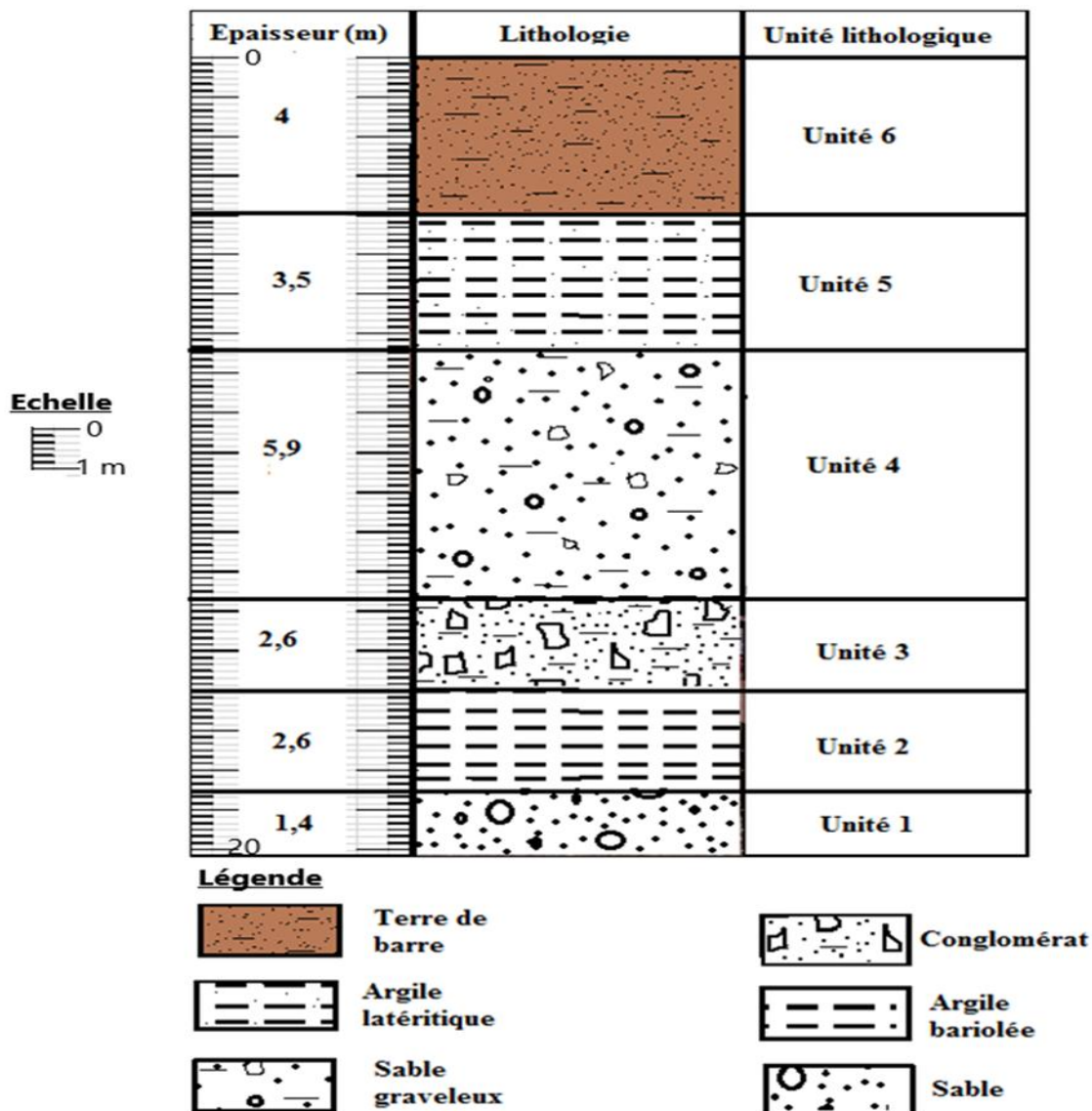


Fig. 8. Log lithologique des formations

Suite à la description lithologique des différentes formations, une synthèse (tableau 2) de la forme des grains de quartz observée dans les couches a été faite. Il ressort de cette analyse que la forme des grains de quartz dans la zone 1 (Z1 SC1) est émoussée (subarrondie et arrondie). Ce sont des quartz roulés. L'épaisseur de couche dans laquelle ces quartz ont été observés est d'environ 3,30 m. On les retrouve respectivement dans les zones 2 (Z2 SC1, Z2 SC3 et Z2 SC4) et intermédiaire (ZI P2, ZI P3 et ZI P5). La plus grande épaisseur de couche contenant ces quartz roulés est de 9,5 m et ce dans la zone intermédiaire (ZI P5).

Les quartz anguleux quant à eux ont été observés que dans les zones 2 et intermédiaires. On les rencontre précisément dans les zones Z2 SC1 et Z2 SC4 avec respectivement les épaisseurs de 7 à 5,3 m et intermédiaire (ZI P2, ZI P7, ZI P9 et ZI P10) avec 4 m comme épaisseur la plus élevée (ZI P2).

Tableau 2. Synthèse des formes de quartz

SONDAGE		DESCRIPTION		
		Profondeur (m)	Epaisseur (m)	Forme
Zone 1	Z1SC1	11.00-14.27	3.27	Quartz roulé
		15.20-20.00	3.30	Quartz roulé
Zone2	Z2 SC1	3.00-11.00	7.00	Quartz anguleux
	Z2SC3	6.70-10.50	3.80	Quartz roulé
	Z2SC4	7.35-11.80	4.45	Quartz roulé
		12.80-18.10	5.3	Quartz anguleux
Zone intermédiaire	ZI P2	7.50-9.50	2	Quartz roulé
		11.00-15.00	4	Quartz anguleux
	ZI P3	19.40-20.00	0.6	Quartz roulé
	ZI P5	7.50-10.50	3	Quartz anguleux
		10.5-20.00	9.5	Quartz roulé
	ZI P7	6.50-10.50	4.00	Quartz anguleux
	ZI P9	7.50-10.50	3.00	Quartz anguleux
	ZI P10	18.00-19.30	1.30	Quartz anguleux

### 3.3 ANALYSE DES PROPRIETES PHYSICO-CHEMIQUES DES ÉCHANTILLONS PAR ZONES

Les essais géotechniques réalisés sur les différents échantillons ont permis d'obtenir les résultats ci-dessous. Des tableaux référentiels de la norme NF P11-300 définissent la classification des sols répartie entre 4 classes (A, B, C et D) subdivisées chacune en sous classes. C'est la classification GTR 92. La classe A indique les sols fins, la classe B les sols sableux et graveleux avec fines. Les sols contenant des fines et des gros éléments appartiennent à la classe C. Enfin les sols insensibles à l'eau sont de la classe D.

#### 3.3.1 ZONE 1

Selon la classification GTR, les échantillons de sols prélevés dans la zone 1 après analyse des différents paramètres appartiennent aux classes B5 (sables et graviers très silteux) et B6ts (sables et graviers argileux à très argileux) (tableau 3).

Tableau 3. Résultats des essais effectués sur les échantillons de la zone 1

SONDAGE	PROF (m)	DA	PS	AG		LA			VBS	C-GTR
				Dmax (mm)	%fines	IP	WL	WP		
Z1SC1	11,00-14,27	1,57	2,57	25	12,48	-	-	-	0,26	B5
	15,67-16,35	1,32	2,51	1	26,93	-	-	-	0,36	B6ts
	17,50-20,30	1,57	2,52	20	24,32	-	-	-	0,27	B6ts
Z1SC3	15,67-16,35	1,32	2,51	1	26,93	-	-	-	0,36	B6ts
	17,00-19,80	1,53	2,56	5	13,52	-	-	-	0,33	B6ts

DA: densité apparente; PS: poids spécifique; AG: analyse granulométrique; Dmax: diamètre maximal; LA: limites d'Atterberg; Ip: indice de plasticité; WL: limite de liquidité; WP: limite de plasticité.

#### 3.3.2 ZONE 2

Dans la zone (Z2 SC1) c'est la classe B5 qui a été mise en évidence et correspond aux sables et graviers très silteux. La carotte de la zone (Z2 SC3) contient des sables et graviers très silteux entre 6,70-10,50 m et des sols fins dans les intervalles 4, 20-5 m et 15,40-15,80 m. Ils peuvent être soit des limons peu plastiques, ou des lœss, ou des silts alluvionnaires. La carotte Z2 SC4 est constituée de sables et graves argileux à très argileux (classe B6ts) de 7,35 à 12,50 m et de graves silteuses (classe B3) (tableaux 4 et 5).

Tableau 4. Résultats des essais effectués sur les échantillons de la zone 2 SC1

SONDAGE	PROF (m)	AG		LA			VBS	C-GTR	ANALYSE CHIMIQUE		
		Dmax (mm)	%fines	IP	WL	WP			Salinité		
									Chlorure	Calcium	Magnésium
Z2 SC1	0,00-3,00	16	33,48	41	77	36	0,30	B5	0,03	0,01	0,0025
	4,00-9,00	31,5	34,28	28	57	29	0,22	B5	0.0125	0,011	0,012

### 3.3.3 ZONE 4

Les échantillons issus du sondage carotté Z4 P1 (intervalle allant de 14 à 15 m) appartiennent à la classe A1 (tableau 6) qui indique des sols fins précisément des limons peu plastiques ou des loëss ou des silts alluvionnaires.

Tableau 5. Résultats des essais effectués sur les échantillons de la zone 4

SONDAGE	PROF (m)	DA	PS	ES	Wn (%)	AG		LA			VBS	C-GTR
						Dmax (mm)	%fines	IP	WL	WP		
Z4 P1	14-15	1.65	2.26	16	4.88	16	53.83	31	60	29	0.44	A1

### 3.3.4 ZONE INTERMÉDIAIRE

La caractérisation des sols de la zone intermédiaire (tableau 7) témoigne d'une diversité de sols. Selon la classification GTR, les sédiments de la zone intermédiaire 1 (ZI P1) appartiennent à la classe A1 caractéristique des sols limoneux peu plastiques. Au niveau de la zone intermédiaire 2 (ZI P2), les sols varient de la classe (B5) en profondeur à la classe (B6ts). En effet, l'on distingue des sables et graviers très silteux (B5) à la base du sondage carotté et des sables et graves argileux à très argileux vers le sommet.

Sur les échantillons de sol de la carotte ZI P3, sont caractérisés des sables et graves argileux à très argileux (classe B6ts) et des sables silteux.

Le sondage carotté de la zone ZI P5 présente des sols appartenant respectivement aux classes B3, A1 et B6ts correspondant respectivement aux graves silteuses à des limons peu plastiques et aux sables et graves argileux à très argileux vers le sommet.

Les échantillons du point ZI P6 sont essentiellement limoneux peu plastiques ou silteux alluvionnaires. Ceux du point ZI P7, hormis l'intervalle de 0,5 à 5 m où l'on retrouve des sables et graves argileux à très argileux, toutes les autres couches sont limoneuses. Il en est de même pour les échantillons du point ZI P9. La carotte du point ZI P10 présente successivement de la cote 20 m jusqu' à 16,75 m, des sables et graviers très silteux (B5), des graves silteuses (B3) et des sables et graves argileux à très argileux (B6ts).

Les essais géotechniques réalisés sur les échantillons ont permis de mettre en évidence la nature de sol dominant de chacune des zones. On distingue une abondance de sables et graviers argileux à très argileux en zone 1. Les sables et les graviers très silteux caractérisent les sols de la zone Z2 SC1 contre des sols fins en zone Z2 SC3 et des sables et graves argileux à très argileux en zone Z2 SC4. Les limons peu plastiques caractérisent les sols de la zone 4. Enfin en zone intermédiaire, ce sont les sables et graves argileux à très argileux et les limons peu plastiques qui dominent.

Tableau 6. Résultats des essais effectués sur les échantillons de la zone intermédiaire

SONDAGE	PROF (m)	DA	PS	ES	Wn (%)	AG		LA		WP	VBS	C-GTR
						Dmax (mm)	%fines	IP	WL			
ZI P1	0.00-3.00	1.54	2.63	15	8.67	5	63.36	42	70	28	0.43	A1
ZI P2	4.50-7.50	1.58	2.24	23	10.23	10	26.58	27	56	29	0.62	B6ts
	7.50-9.50	-	2.53	18	12.83	20	21.67	31	59	28	0.40	B6ts
ZI P3	11.00-15.00	1.54	2.29	22	7.82	31.5	14.17	19	41	25	0.19	B5
	15.00-19.50	1.66	2.57	-	9.30	2	10.99	25	46	21	0.14	B1
ZI P5	19.50-21.00	-	2.51	-	6.50	10	18.88	24	46	22	0.19	B6ts
	8.00-14.00	1.55	2.42	-	2.64	10	13.42	30	58	28	0.14	B6ts
ZI P6	15.00-15.50	-	2.65	-	13.88	31.5	46.68	21	46	25	0.43	A1
	16.50-20.00	1.67	2.64	-	5.60	20	8.27	17	35	18	0.13	B3
ZI P7	0.00-3.00	1.56	2.61	-	20.95	10	50.96	39	73	34	0.76	A1
	4.50-6.00	-	2.54	-	21.78	0.5	87.79	31	65	34	1.10	A1
ZI P9	0.50-5.00	1.58	-	-	12.14	16	34.18	46	85	39	0.27	B6ts
	6.60-6.70	-	-	-	15.78	20	43.79	30	55	25	0.52	A1
	8.00-10.50	-	-	-	0.16	20	35.54	25	53	28	0.16	A1
	12.00-12.35	-	-	-	9.06	20	52.92	17	46	29	0.24	A1
ZI P10	0.00-5.50 et 7.5-10.5	-	2.21	16	6.91	20	38.33	36	67	31	0.28	A1
ZI P10	16.75-18.50	-	2.51	-	6.27	10	17.90	30	62	32	0.15	B6ts
	18.50-19.30	-	-	-	3.15	20	10.94	30	62	32	0.20	B3
	20.30-21.00	-	2.63	-	3.85	20	15.78	12	34	22	0.15	B5

### 3.4 SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Les différents essais réalisés sur les échantillons prélevés ont permis d'obtenir quatre types de granulats (tableau 8) dont les fillers, les sables, les gravillons et les graves. Les classes prépondérantes à l'état naturel sont les fillers (40%), les sables (0/2 et 0/4) et les graves (0/20 et 0/10). L'équivalent sable est de 9 à 22 et le VBS de 0,10 à 1,10. Concernant le gravier (essais réalisés sur la classe 10/14), la valeur du Los Angeles est de 49 et celle du Micro Deval en présence d'Eau (MDE) de 49. De ce qui précède et selon la Spécification Technique de Besoin (STB) (tableau IX), les matériaux (sable et gravier) ne répondent pas aux spécifications minimums pour être utilisés dans le cadre des ouvrages d'art (travaux publics).

Tableau 7. Pourcentages des types de granulat

Type granulats	filler	Sable		Gravillon				Grave	
		0/2	0/4	2/4	4/10	10/14	5/15	0/10	0/20
Pourcentage (en moyenne)	40.00	69.20	76.82	7.62	9.40	6.81	13.86	86.21	57.04

### 3.5 DISCUSSION

La caractérisation pétro-sédimentaire a permis de mettre en évidence des blocs de quartz issus des filons, des formations de conglomérat, de grès et d'argiles affleurant sur toute la surface de la zone d'étude. Ce qui indique que Attiékoï est une localité située au contact du socle cristallin et du bassin sédimentaire. Les conglomérats, les grès et les argiles bariolées observés à Attiékoï sont des formations que l'on retrouve généralement dans le bassin sédimentaire ivoirien notamment à Bingerville, Alépé et Samo [3][4]. Elles se seraient déposées au cours du Mio-pliocène [5]. Ce serait des formations sédimentaires intraformationnelles [6].

Au plan géotechnique, les essais (l'analyse granulométrique, les limites d'Atterberg, l'essai Proctor modifié, l'essai CBR, l'essai VBS, l'équivalent de sable, le poids spécifique, la densité apparente suivie des analyses chimiques (Magnésium, Calcium, Salinité) réalisés sur les sables et graviers ne permettent pas de répondre avec efficacité aux exigences des matériaux utilisés dans les travaux publics. Ces matériaux (sables et graviers) inadéquats selon la Spécification Technique de Besoin (STB), seraient

dû au piégeage accidentel de fines inertes (calcite, quartz) dans le floculant ou même à la présence d'un excès d'argiles (les valeurs de VBS sont comprises entre 0,13 et 1,10 classant les sables dans la catégorie des sables fins voire limoneux). Cela est également vérifié avec les différentes valeurs de l'équivalent de sable obtenues car celles-ci sont comprises entre 15 et 23 inférieures à 60 et qui caractérisent les sables argileux. Il serait donc impératif de procéder au lavage (élimination de la fraction 0,063 mm) en phase d'exploitation. Ce lavage pourrait aider à transformer le sable brut argileux en un sable lavé et essoré. En outre, des critères de propreté et de distribution granulométrique devraient être respectés tout en générant des eaux chargées en extra-fines (< 63 µm) qu'il faudra traiter. Des méthodes tel le principe du cyclonage (sable à haute valeur ajouté) et la défillérisation à sec (sable légèrement valorisé) pourraient être utilisées. Bien que les matériaux issus de l'exploitation de telle carrière naturelle ne semblent pas répondre aux spécifications des travaux de Génie Civil d'ouvrage d'art ou de travaux de grande envergure, ils pourraient être utiles dans certains travaux spécifiques de génie civil et de jardinage. En effet, les sables (0/2, 0/4, 0/5) issus de l'exploitation pourrait servir à la pose des perrés maçonnés sur les talus des ouvrages en vue de les protéger des érosions. Par ailleurs, les sables (0/4 à faible teneur en fine) ainsi que les gravillons (2/4, 2/5, 5/15) roulés pourraient servir dans le cadre de la réalisation des drains pour les projets routiers et de barrage en lieu et place des concassés de granite qui peuvent endommager les canalisations. Les gravillons (5/15) et les sables (0/2,0/4) peuvent également être utilisés dans la réalisation des ouvrages de petites sections. Certains de ces matériaux comme le sable (2/4) peuvent servir de sablage après imprégnation de la couche de base. Les sables de faible teneur en fine issus du concassage pourraient servir d'amendement dans le cadre des travaux de terrassement de chaussée.

#### **4 CONCLUSION**

La caractérisation pétro-sédimentaire des formations d'Attiékoï a révélé la présence de filon de quartz, de grès, de conglomérat et d'argiles latéritique et bariolée. Les filons de quartz font référence au socle cristallin tandis que les grès, les conglomérats et les argiles latéritique et bariolée témoignent de la présence du bassin sédimentaire. Attiékoï est une zone de contact socle bassin sédimentaire.

Au plan lithologique, la synthèse des différents sondages carottés a mis en évidence six unités de formations dont les sables grossiers, les argiles bariolées, les conglomérats, les sables graveleux, les argiles latéritiques et la Terre de barre.

Les essais géotechniques réalisés sur les échantillons de sols ont permis d'obtenir quatre types de granulats dont les fillers, les sables, les gravillons et les graves. Ces matériaux (sable et gravier) ne peuvent être utilisés pour des travaux d'ouvrages de grandes envergures mais peuvent cependant être utiles dans certains travaux spécifiques de génie civil.

#### **REMERCIEMENTS**

Les auteurs remercient les responsables du Laboratoire d'Essais, de Contrôle, d'Analyses et d'Assistance Techniques (LECAT) pour avoir mis à leur disposition les données et réalisé les essais géotechniques.

#### **REFERENCES**

- [1] VERNIERE M., Monographie du centre semi-urbain d'Anyama, Côte d'Ivoire. Le milieu et les hommes (tome 1), ORSTOM, Centre d'Adipodoumé, 239 p, 1966.
- [2] MAHAMADOU S.I., Caractérisation et valorisation des matériaux latéritiques utilisés en construction routière au Niger. Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux, 323 p, 2016.
- [3] AKOBE A.C., COULIBALY A. S., WOGNIN A. V., MONDE S. et AKA K., Caractérisation pétro-sédimentaire des formations gréseuses du bassin onshore de la Côte d'Ivoire BIOTERRE, Rev. Inter. Sci. de la Terre, Vol. 14, 34 p, 2014.
- [4] ASSALE F. Y. P., MONDE S. ET AKA K., Caractérisation lithostratigraphique et pétro-sédimentologique des formations tertiaire-quadernaires de la région de Bingerville (Côte d'Ivoire). Afrique Science, 08 (2), pp. 93-112, 2012.
- [5] DIGBEHI Z. B., AFFIAN K., MONDE S., POTHIN K. B.K. et AKA K., Analyse sédimentologique de quelques faciès du continental terminal. BIOTERRE Revue des Sciences de la vie et de la Terre, vol. 2 (1), 2001.
- [6] BOGA A. H., WANGO T. E., YAO K. C., AKOBE A. C., COULIBALY A. S. and MONDE S., Mise en évidence des phases majeures de sédimentation dans le dépôt des formations sédimentaires de l'est du bassin sédimentaire Tertiaire-quadernaire "onshore" de Côte d'Ivoire par l'étude de "stone-line. International Journal of Development Research Vol. 07 (09), pp.14972-14980, 2017.

## Heavy metals impacted soils from dumped municipal solid waste in Buterere - Burundi: Health risk assessment

Norbert Manirakiza<sup>1,2</sup>, Théophile Ndikumana<sup>2</sup>, and C. Gisèle Jung<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Natural Sciences, Higher Teacher School, Bujumbura, Burundi

<sup>2</sup>Center for Research in Natural and Environment Sciences, Doctoral School, University of Burundi, Bujumbura, Burundi

<sup>3</sup>Applied Sciences Faculty, 4MAT Service, Université Libre de Bruxelles, Brussels, Belgium

---

Copyright © 2020 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:** Municipal solid waste (MSW) landfills without any soil protection constitutes an environmental risk factor in particular heavy metal pollution. These sites, located close to inhabitants, can induce contamination through the food chain. The present work aims to be a contribution in measuring heavy metals concentrations generated by unsorted waste dumped from 1983 until 2008 on Buterere open air landfill in Bujumbura to assess soil contamination, pollution levels and health risk. Materials used are soil samples collected from 15 points at the Buterere site. The physicochemical characterization of the soil was carried out by thermogravimetry (TGA) and X-ray diffraction (X-RD). The determination of heavy metals was carried out by X-ray fluorescence (X-RF) and Inductively Coupled Plasma atomic Spectroscopy-Optical Emission (ICP-OES). Chronic carcinogenic and non-carcinogenic risk indices were evaluated based on experimental results in order to formulate adequate prospects for remediation. Results show that the heavy metals are not homogeneously dispersed on Buterere site but their concentration levels do generally exceed the limit values (World Health Organization, European Union). A significant correlation ( $p < 0.05$ ) was demonstrated for the simultaneous presence of the micropollutants of Cd, Cu, Fe and Zn in the study area. Based on these results, the health risk assessment reveals that the Buterere site can induce carcinogenic and non-carcinogenic nuisances to the population in its and therefore remedial measures are proposed.

**KEYWORDS:** MSW, heavy metals, soil pollution, contamination, health risk.

### 1 INTRODUCTION

Municipal Solid Waste (MSW) landfill, without any prior treatment and without any protection of the ground, constitutes a major risk of contamination of soil and groundwater by heavy metals [1]. MSW landfill leachate is a potential source of pollutants, dangerous for the environment [2]; [3]. The use of MSW issued from a Beijing landfill was evaluated and the presence of heavy metals in the soil has been demonstrated. According to this study, the concentrations of some heavy metals were very high, exceeding consequently the norm, and, experiments have shown a significant eco-toxicological impact on plant growth [4]. An investigation on the temporal evolution (1987-2015) of the Naameh landfill in Lebanon was carried out using the Multispectral Spaceborne Imagery (MSI) method and showed that the landfill has a negative effect on the surrounding vegetation [5]. The analysis of temporal images of landfills by satellites has shown a progressive reduction of the surrounding vegetation.

In urban areas, closed and technically arranged dumping sites constitute land resources (agriculture, housing) and have harmful effects on the environment [4]. This is the case of the closed landfill of El Yahoudia in Tunisia, 30 ha of which (out of 100ha in total) have been transformed into an urban leisure space [5]. The issue of the presence of heavy metals had been confirmed in raw foods from open markets in two African cities (Kinshasa and Johannesburg); the results showed the presence of heavy metals with contents exceeding the admissible values, without however specifying their origin, which constitutes a

challenge [6]. However, heavy metals classified as most dangerous for the environment do not undergo degradation during physicochemical processes and therefore persist for long periods [7]; [8]. They affect then the biogeochemical cycles and do accumulate in living organisms, including humans, through the food chain where they can disrupt biological reactions and induce various pathologies or even death [7]. Ingestion, inhalation and skin contact are the main routes of human exposure to heavy metals present in the soil [8].

Measuring the content of heavy metals in the soil is useful in order to assess their dispersion and the consequences for the environment due to natural and anthropogenic factors [9]. In fact, the importance of their impacts is a function of several natural factors such as precipitation, temperature, climate and relief as well as anthropogenic factors such as agriculture, livestock or urbanization [1]; [10]; [11].

In order to support the existing literature, there is a need to overcome the problems linked to MSW specifically in Burundi, one of Great Lakes' countries given that this region has climatic particularities [12]; [13]. The purpose of this study is to evaluate the heavy metal contents of the soils at the Buterere site, where MSW from the city of Bujumbura, the Capital of Burundi, have been dumped for more than 25 years. By carrying out the physicochemical characterization of samples of soil collected on this site and its surroundings, we can deduce the environmental risk incurred by the population living in the neighbourhood of this site and suggest some perspectives to improve the actual situation.

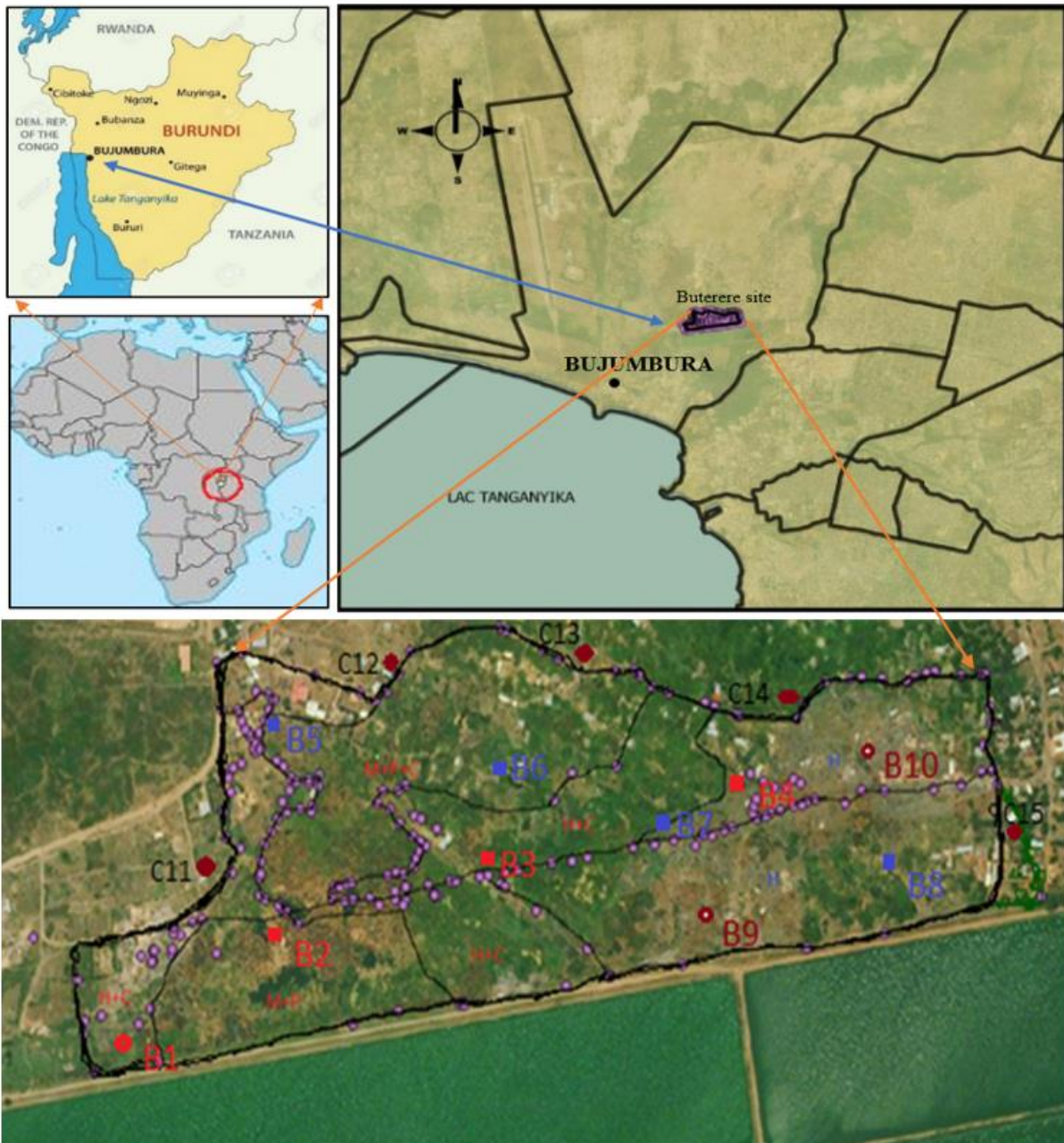
## **2 MATERIALS AND METHODS**

### **2.1 STUDY'S AREA AND SAMPLING SITES**

Buterere site is a former landfill located North of Bujumbura, and next to the wastewater treatment plant (Fig.1). This site has been the dumping ground of MSW from all sources, since 1983, and was formally closed in 2009. At the beginning, the surface of the site was outside of Bujumbura but the gradual enlargement of this city meant that the site first became surrounded by urban housing areas, then gradually transformed into living space, starting from its ends. The total surface area of Buterere site is around 20ha occupied for 2/5 by residential houses, 1/5 by crops and 2/5 by pastures and stagnant swamps.

### **2.2 SAMPLING**

The sampling sites identified by GPS are noted B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10 and CBmix (Fig. 1). To obtain representative samples, soil coring is carried out at a depth varying from 0 to 50cm and at different points that are sufficiently close together. These samples were packed in polyethylene bags for transport to chemical and environmental analysis laboratories. After drying in the open air for one week, a representative sample is constituted by the quartering method to obtain, in the end, eleven soil samples codified as follows: SB1, SB2, SB3, SB4, SB5, SB6, SB7, SB8, SB9, SB10. The sample SBmix results from the homogeneous mixture of several samples collected approximately 20 m away from the external contour of the landfill at points CB12, CB14, CB15.



**Fig. 1.** Study's area and sampling site

### 2.3 SAMPLES' ANALYSIS

Soil samples from the 15 points on site were previously dried in an oven at 105 ° C and then crushed for 30 seconds. A portion of the powder obtained was subjected to physicochemical characterization, respectively by X-ray fluorescence (XRF) and by thermogravimetry (ATG). The analysis of heavy metals (Al, Cr, Cu, Fe, Mn Ni, Pb and Zn) was performed by X-Rays Fluorescence (XRF) S4 PIONEER type.

For heavy metals such as Hg, As and Cd, with low content in soils, additional measurements have been made by ICP-OES. The wet digestion method described by Binning and Baird [14] was used to prepare the samples for analysis. A sample of about 1 g of the soil was digested with a mixture of concentrated HCl (6.0 ml) and HNO<sub>3</sub> (0.3 ml) to almost dry and allowed to cool before adding 20 ml of a solution of 5M HNO<sub>3</sub>. These digested sample solutions remained for 12 hours before being filtered. Each metal-loaded filtrate was transferred to a 100 ml volumetric flask and brought to line with a solution of 0.5M HNO<sub>3</sub>. The analysis of this solution by ICP-OES of VISTA MPX type was carried out for the measurement of heavy metal concentrations.

These experimental values were compared with the reference limit values. Descriptive statistics were produced by SPSS 22 and in addition, the Pearson correlation was determined between the metal pairs in order to assess the tendency for the simultaneous presence of the different heavy metals identified in this study. The carcinogenic and non-carcinogenic risk indices were also estimated on the basis of these experimental results, with reference to the risk assessment guides and the manual of exposure factors [15]; [16].

## 2.4 HEALTH RISK ASSESSMENT

Health risk assessment associated with non-carcinogenic contaminants are typically expressed in terms of the ratio of the determined dose of a contaminant to the reference dose (RfD) below which such contaminants might likely pose any appreciable health risk. This non cancer risk assessment method is the target hazard quotient (THQ) and was determined in this study as described by US EPA [15]; [16].

A person can be exposed to metals by three main routes: ingestion, inhalation and skin contact. If the individual is located near a contaminated site, the approach consists of a set of equations which make it possible to estimate a concentration of a soil contaminant for which exposure is potential via the absorption routes and is equivalent to the concentration of a risk of cancer [16]. This method can be applied to the case of Buterere, where the site is not isolated, the population being exposed to it continuously: from childhood to adulthood because the population erected houses there, practice agriculture and livestock. It should also be noted that a similar case has been identified in Tunisia where part of an old landfill has been transformed into an urban leisure area [5]. The heavy metals content (median values) of soils collected on the Buterere site and analyzed by X-RF and ICP-OES had been then used for this approach, taking into account the admissible values [18]; [19] [20].; [21].

We are therefore inspired by the pollution indices that are commonly used, to assess the health risks linked to exposure to a site contaminated with heavy metals [16]; [17]; [21]; [20]. Thus, for the Buterere site, the daily exposure estimated by oral ingestion and by skin contact was estimated respectively using Eqs. 1, 2, 3,4 and 5:

$$CDI_{\text{ingest-oral}} = \frac{CS \times IRS \times EF \times ED}{BW \times AT} \times CF \quad (1)$$

$$CDI_{\text{dermal}} = \frac{CS \times SA \times AF \times ABS \times EF \times ED}{BW \times AT} \times CF \quad (2)$$

$$CDI_{\text{inhale-soil}} = \frac{CS \times ET \times EF \times ED}{PEF \times 24 \times AT} \times CF \quad (3)$$

$$\text{Total cancer risk (CR)} = \sum_k^n CDI_k \times SF_k \quad (4)$$

$$\text{Chronic Hazard Index (HI)} = \sum_k^n CDI_k / RFD_k \quad (5)$$

With: CDI: Chronic daily uptake; CS: Exposure-point concentration EF: Exposure Frequency (350days/year); ED: Exposure duration (30 years for adults et 6 years for children); AF: Adherence factor 0.007mg/cm<sup>2</sup>; BW: body weight: 70 kg for adults and 15kg for children; AT: Averaging time for carcinogens: 365x70days; ABS: dermal absorption fraction: 0,001; CF: units conversion factor: 10<sup>-6</sup> kg mg<sup>-1</sup> PEF: particle emission factor: 1.36 × 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> kg<sup>-1</sup>; IRS: ingestion rate: 100 mg·d<sup>-1</sup>; SA: exposure skin area: 2800 cm<sup>2</sup> for children and 5700cm<sup>2</sup>. SF<sub>k</sub> is the slope factor for substance k (kg d<sup>-1</sup> mg<sup>-1</sup>); RFD<sub>k</sub> is the chronic reference dose for the heavy metal k. Acceptable or tolerable risk for regulatory purposes is between 10<sup>-6</sup> and 10<sup>-4</sup>. The values of HI > 1 show that there is a non-carcinogenic risk, and when HI < 1 the reverse is applied [16]; [22].

## 3 RESULTS AND DISCUSSION

### 3.1 SOIL CHARACTERISATION

Analysis of soil samples from the former Buterere landfill, presently closed, showed a fire loss ranging from 5.6% to 18.8%. The thermogravimetric analysis showed a mass loss of around 1% at 100°C of water and around 7% at 500°C corresponding to the release of CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O with evidence of the presence of decomposing organic matter and around 4% at 750°C corresponding to CO<sub>2</sub>, CO and bound H<sub>2</sub>O, due to the decomposition of carbonated compounds (Fig.2). The XRD revealed the presence of usual soil compounds such as quartz, feldspaths (albite, microcline), muscovite (or illite), kaolinite (clay), calcite and hematite (Fig.3).

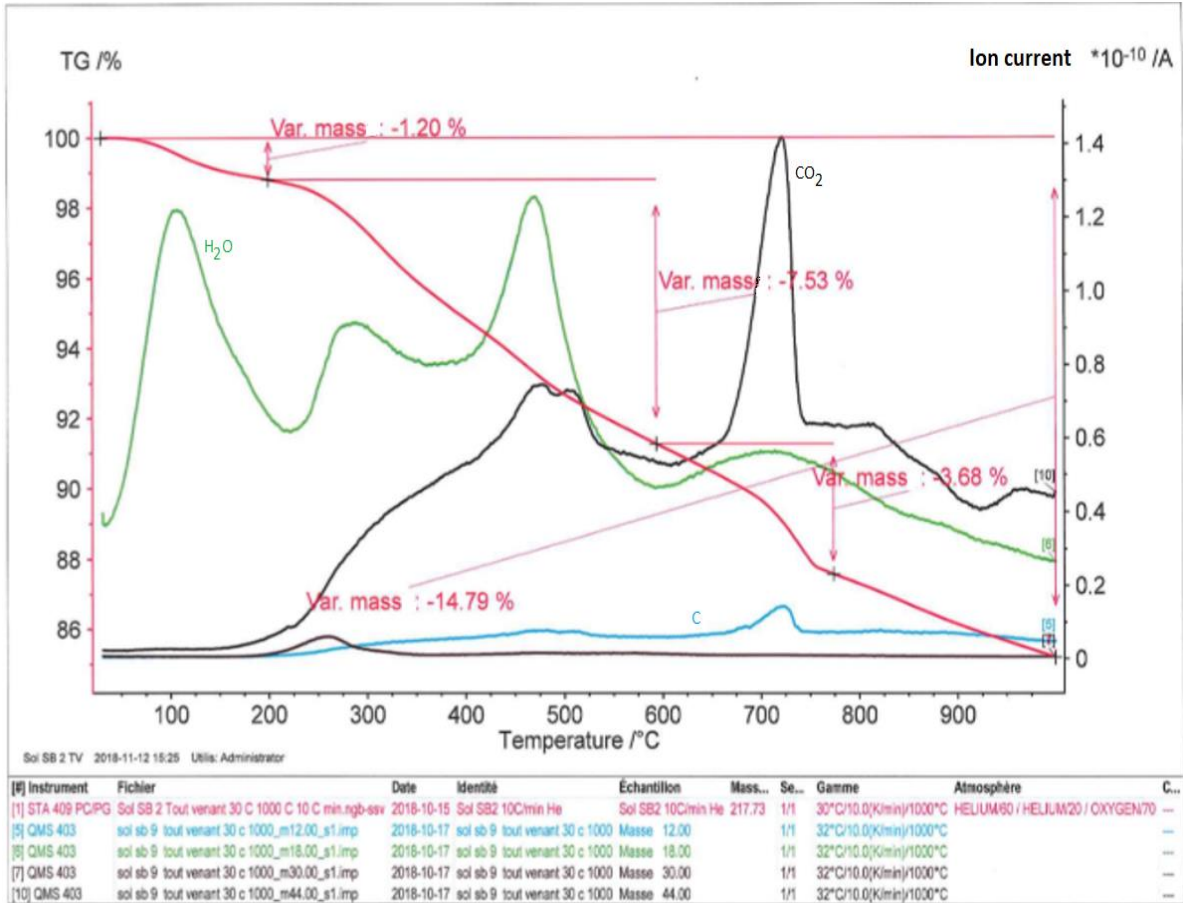


Fig. 2. Thermogravimetric characterization of Buterere soil samples

(Coupled TwoTheta/Theta)

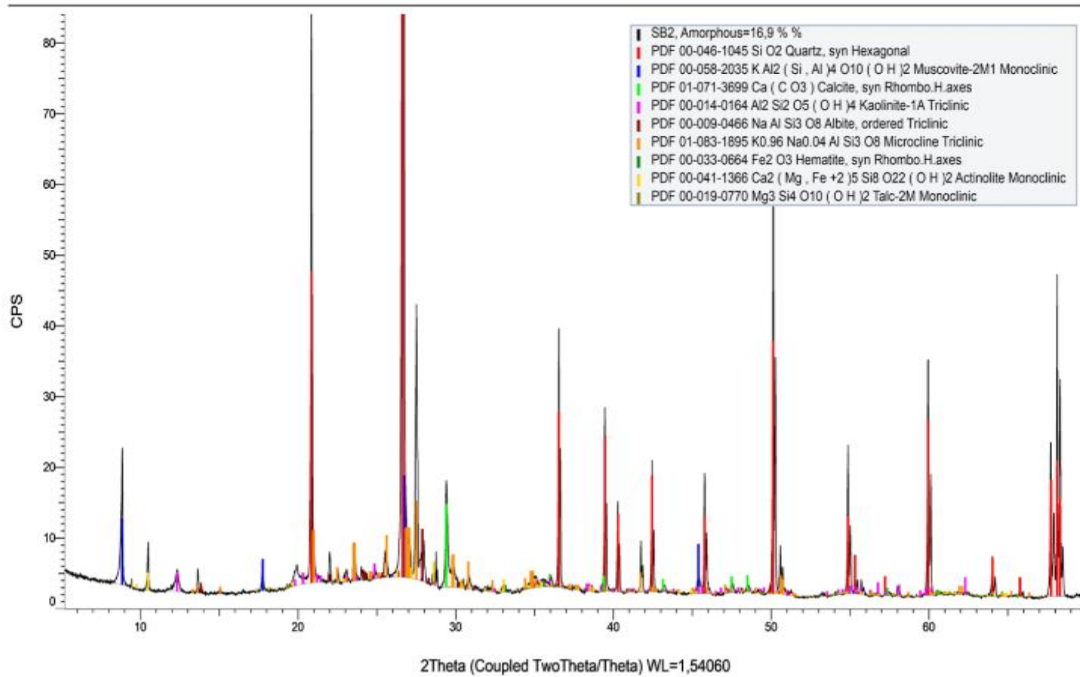


Fig. 3. X-Ray diffraction of soils from Buterere site

The results of XRF and ICP-OES analysis highlight the presence of heavy metals in the soils of the Buterere site. Results of the heavy metal contents are summarized in Table 1, ranging from 48900 to 102300 mg/kg in Al, 0.8 to 4.0mg/kg for Cd, 17800 to 46800mg/kg for Fe, 277 to 1563mg for Mn; 40 to 2503mg/kg for Pb; 686 to 1533mg/kg for Ni; 57 to 236mg/kg for Cu; 84 to 1277mg/kg in Zn, and 300 to 1903mg/kg in Cr. Concentration in As and Hg were below the detection limit.

Table 1. Heavy metals contents in soil samples on Buterere site

Heavy metal	Soils of Buterere (mg/kg)				WHO (1996)	EU (2015)	MEF (2007)
	Minima	Median	Mean	Maxima			
Al	47900	62200	65800±13100	102300	-	-	-
Cd*	0.8	1.6	2.0±0.9	4.0	0.8	3	1
Cr	300	393	520±250	1,903	100	100	100
Cu	57	109	124±56	236	-	100	100
Fe	17800	29400	29400±6200	45800	7000	-	-
Mn	277	904	880±380	1563	-	-	-
Ni	686	1207	170±220	1533	35	90	50
Pb	40	90	350±430*	2503	85	150	60
Zn	84	445	500±310	1277	50	300	200

\*Cadmium was analysed by ICP-OES.

Generally, findings showed that the heavy metals' contents are not homogeneously dispersed on the Buterere site but the concentration levels do generally exceed the limit values [18]; [19]; [20]. The authorized values for the heavy metals content in soils are respectively 7000mg/kg in Fe, 60-150 mg/kg in Pb, 35-90mg in Ni, 50-300 in Zn, 100mg/kg in Cr and 1-3mg/kg in Cd. This study showed that high levels of concentrations of several heavy metals, identified on site and listed, were confirmed and most of them exceeded the reference values (Table 1). For the specific cases of the elements Pb and Cr, it should be pointed out that their high average concentration is due to the fact that high concentrations were measured in two precise places of sampling (in B4 and B9) while the values in all other places of sampling on site were significantly lower. This finding is explained by the fact that the landfill site received various waste, some of which may contaminate a small parcel of the landfill with a specific element (example: Pb batteries). In order to better assess the contamination of the site by heavy metals in relation to WHO requirements, a Student test was carried out which allows a statistical analysis by comparing the average contents with the reference values [20]. The results of this Student test are presented in Table 2.

Table 2. Heavy metals values in the soils compared to reference value of WHO [18]

Heavy metal	t	Bilateral significance (p-value)	Average difference	Confidence interval about a difference at 95%	
				Inferior	Superior
Cd	3.609	0.005	1.2000	0.459	1.941
Cr	3.009	0.013	419.182	108.81	729.55
Cu	1.236	0.245	24.000	-19.26	67.26
Fe	8.758	0.000	22400.091	16700.93	28099.25
Ni	13.415	0.000	1134.727	946.26	1323.19
Pb	1.310	0.220	67.727	-47.50	182.96
Zn	3.844	0.003	446.182	187.54	704.83

It appears that the contents of Cd, Cr, Fe, Ni and Zn at the site significantly exceed the reference values ( $p < 0.05$ ) unlike the average values of Pb and Cu which do not prove that they are in excess ( $p > 0.05$ ). As for the Al and Mn contents, the lack of limit values in the literature has not made it possible to rule on the quality of this site with regard to these elements.

The origin of these various pollutants was probably due to the continuous degradation and decomposition of unsorted municipal solid waste in a wet environment (rainy season) at variable temperatures. The result consisted in some infiltration into the ground and spatial dispersion due to runoff and wind. In addition, the Buterere site is not closed. Cows, goats, chickens,... feed on the premises and the population has already started to occupy the premises as well. Agriculture is practiced

on this soil and houses made of sustainable materials are gradually erected there since the site no longer receives municipal solid waste. In view of the results of this study, it is shown that this site has contamination with heavy metals which induces risks for biodiversity in general and humans in particular.

As the sampling has been carried out randomly, it is possible to assess whether there is a correlation between the heavy metals identified. The method which can be useful is that of the Pearson correlation test, carried out using the SPSS 22 software. By introducing the contents obtained in the micropollutants present on the different sampling locations, it is possible to determine the bivariate correlation of pairs of heavy metals, which generates the correlation matrix summarized in Table 3. The significance level of the correlation coefficient ( $p < 0.05$ ) allows us to characterize the validity of the correlation.

**Table 3. Correlation matrix for heavy metals concentrations in the soils of Buterere**

	Al	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Al	1								
Cd	-0.408	1							
Cr	-0.016	-0.083	1						
Cu	-0.660*	0.853**	0.232	1					
Fe	-0.156	0.717*	0.462	0.727*	1				
Mn	-0.629*	0.493	0.346	0.800**	0.604*	1			
Ni	-0.809**	0.522	-0.495	0.513	0.013	0.300	1		
Pb	-0.359	0.649*	-0.031	0.505	0.694*	0.278	0.457	1	
Zn	-0.613*	0.665*	0.398	0.848**	0.829**	0.804**	0.395	0.724*	1

\* The correlation is significant at the level 0.05 (bilateral) \*\* The correlation is significant at the level 0.01 (bilateral)

Examination of Table 3 shows a significant correlation for the simultaneous presence of certain metals on the entire Buterere site. It is found that the presence of Cd is positively correlated with that of Cu, Fe and Pb ( $p < 0.05$ ). Likewise, the presence of Fe is positively linked to that of Mn and Zn ( $p < 0.05$ ). The significant correlation between the values of heavy metal concentrations reflects their simultaneous release, the origin of which is that of an identical source of MSW deposits on the old landfill, as pointed out in UYO [23]. In other words, these correlations reveal heavy metal contents linked to heterogeneous waste dumped in the past on the old landfill which induced a significant contribution in pollutants on the site. It goes without saying that certain end-of-life objects can contain variable charges of heavy metals which unfortunately end up in the ground at the landfill sites.

### 3.2 RISK ASSESSMENT OF HEALTH AND ENVIRONMENT

The average heavy metal contents (Table 1) obtained for the site under study were used to assess the indices of carcinogenic and non-carcinogenic risks run by children and adults. Table 4 summarizes all the results obtained using these values on the basis of the methodology proposed in similar recent studies [17]; [22].

For children, the results show that, for ingestion, the estimated value of the chronic non-carcinogenic index (HI) is 2.94. It should be noted that the admissible value of HI must be less than the unit (Table 4). So, the value obtained is then greater than the guide value of 1. It should also be noted that this index of 2.94 is greater than that of the UYO site in Nigeria whose value was  $1.04 \times 10^{-2}$ . This high value of 2.94 means that children 0 to 6 years old, exposed to this site, can develop chronic non-carcinogenic diseases during their growth and this result shows the vulnerability of their state of health.

Table 4. Non carcinogenic index (HI) and carcinogenic index (CR) by ingestion, contact and inhalation on Buterere site

Heavy metal	Ingestion			skin contact			Inhalation		
	HQi	HQi	CRi	HQi	HQi	CRi	HQi	HQi	CRi
	Children	Adults		Children	Adultes		Children	Adults	
Al	8,41E-01	9,01E-02	-	8,24E-04	3,59E-04	-	6,85E-06	1,37E-05	-
Cd	2,56E-02	2,74E-03	1,04E-06	2,51E-03	1,09E-03	4,15E-09	2,08E-05	4,16E-05	3,96E-11
Cr	4,43E-03	4,75E-04	3,56E-08	2,17E-03	9,47E-04	1,42E-10	1,80E-05	3,61E-05	1,35E-12
Cu	3,96E-02	4,25E-03	-	3,88E-05	1,69E-05	-	3,23E-07	6,45E-07	-
Fe	5,37E-01	5,75E-02	-	5,26E-04	2,30E-04	-	4,37E-06	8,74E-06	-
Mn	8,04E-02	8,61E-03	-	6,13E-03	2,67E-03	-	5,09E-05	1,02E-04	-
Ni	1,09E-01	1,16E-02	3,96E-04	1,07E-04	4,65E-05	1,58E-06	8,85E-07	1,77E-06	1,50E-08
Pb	1,28E+00	1,37E-01	4,08E-08	8,35E-03	3,64E-03	1,62E-10	6,94E-05	1,39E-04	1,55E-12
Zn	2,13E-02	2,28E-03	-	1,04E-04	4,55E-05	-	8,67E-07	1,73E-06	-
HI = $\sum$ HQi CR = $\sum$ CRi	2,94E+00	3,15E-01	3,97E-04	2,08E-02	9,05E-03	1,58E-06	1,72E-04	3,45E-04	1,51E-08

This risk is proportionally linked to exposure to Pb (43%), to Al (28%); Fe (18%) and Ni (3.7%). For adults, the chronic non-carcinogenic index (HI) related to oral soil exposure is  $3.15 \times 10^{-1}$ ; this value is below the reference value from which exposed adults could not develop chronic diseases. Thus children are the most at risk category for chronic pathologies compared to adults and this corroborates the results of the reference [24]. However, the HI indices for children and adults for the Buterere site are greater than  $1.04 \times 10^{-2}$ , value obtained for the UYO site in Nigeria [23]

In addition, the average carcinogenic risk index (CR) for the Buterere site is  $3.97 \times 10^{-4}$  and exceeds approximately 4 times the required value (in the range from  $10^{-6}$  to  $10^{-4}$ ). The population living closely on the site under study could develop carcinogenic pathologies during their life (current life expectancy from 0 to 60 years in Burundi). This carcinogenic risk is mainly associated with exposure to Ni present in the soils of the Buterere site. Moreover, other elements such as Cd, Pb and Cr do contribute by increasing this risk. Compared to that found in Nigeria [17] which was  $5.71 \times 10^{-3}$ , the value found in this study for oral ingestion is higher showing a higher risk for children to develop a cancer.

As for skin contact and soil inhalation, the values obtained from these indices remain within the range of admissible values, as shown in Table 4. Indeed, for skin contact, the HI index rises to  $2.08 \times 10^{-2}$  and  $9.05 \times 10^{-3}$  respectively for children and adults. These values are low if compared to the reference values equal to the unit. The same observation is highlighted for exposure to inhalation where the average value of this chronic non-carcinogenic index HI rises to  $1.72 \times 10^{-4}$  and  $3.45 \times 10^{-4}$  respectively for children and adults. These values remain below the acceptable limit of 1.00, which shows that, near this site, the inhalation of particles does contribute less than oral ingestion and chronic nuisance for children and adults. The value found for the carcinogenic risk is  $1.51 \times 10^{-8}$ , lower than the reference value of  $1.00 \times 10^{-4}$  which means that the carcinogenic risk due to inhalation on site remains negligible.

To summarize, the values obtained for chronic non-carcinogenic and carcinogenic risks prove that the Buterere site presents a danger for the population living in its vicinity. Exposed individuals are at risk of developing chronic non-carcinogenic diseases and cancer, generally linked to the ingestion of soil particles contaminated by heavy metals. Remedial measures are necessary to prevent long-term nuisance for the population concerned.

Prospects for rehabilitating the soil at the Buterere site, contaminated with heavy metals, are being considered and phytostabilization, under study, will be proposed to reduce the spread of this pollution. On the other hand, sorting MSW to recover material is another way of remediation for the future to be proposed to the Bujumbura inhabitants [25]. MSW sorted by category helps to promote recycling of some fractions (paper, glass, metal, etc.) and valorisation for some other fractions (fermentable, biomass waste, etc.) to produce compost or briquettes fuel [26]. Finally, it is important to separate some harmful waste such as batteries, medicines, etc. and avoid to dump mixed contaminated waste on uncontrolled landfills that generate nuisances presented in this work.

#### 4 CONCLUSION AND PERSPECTIVES

The study shows that the site, in addition to the current soil composition, is contaminated by heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Fe, Mn, Ni, Pb and Zn), at levels that generally exceed the limit values. The levels obtained experimentally show that this site poses an environmental risk to biodiversity in general and to the health safety of the people who live there specifically.

The health risk assessment showed that children exposed to this site are at risk to develop chronic diseases, mainly due to the involuntary ingestion of soil particles. The possibility of developing cancer pathologies has also been proven for children and adults exposed during their lifetime to the Buterere site. Nevertheless, the assessment of the health risks linked to exposure through the skin and inhalation has shown that they are negligible. Remediation is necessary to prevent long-term nuisance for the population. Phytostabilisation is proposed to be used for contaminated soils by heavy metals (under study) and sorting MSW as a preventive solution to avoid dumping mixed contaminated waste on uncontrolled landfills.

#### ACKNOWLEDGMENT

The authors are grateful to the doctoral school of the University of Burundi and to the FAS-4MAT laboratory at the Université Libre de Bruxelles for their scientific support; and they thank the Academy of Research and Higher Education (ARES) of the Belgium Kingdom for its financial support.

#### CONFLICT OF INTEREST

The authors state there is no conflict of interest.

#### REFERENCES

- [1] Nhari F, Sbaa M, Vassel JL, Fekhaoui M, El Morhit M. Contamination des sols d'une décharge non contrôlée par les métaux lourds: cas de la décharge Ahfir-Saidia (Maroc oriental). *J.Mater. Environ. Sci.*, 2014, 5 (5): p. 1477-1484.
- [2] Li Y, Li J, Chen S, Diao W. Establishing indices for groundwater contamination risk assessment in the vicinity of hazardous waste landfills in China. *Environmental pollution*, 2012, 165: p. 77-90.
- [3] Melnyk A, Kuklińska K, Wolska L, Namieśnik J. Chemical pollution and toxicity of water samples from stream receiving leachate from controlled municipal solid waste (MSW) landfill. *Environmental Research*, 135: p. 253–261, 2014.
- [4] Rong L, Zhang C, Jin D, Dai Z. Assessment of the potential utilization of municipal solid waste from a closed irregular landfill. *Journal of Cleaner Production*, 2015, 142: p. 413–419.
- [5] Zaïri M, Ferchichi M, Ismaï A, Jenayeh M, Hammami H. Rehabilitation of El Yahoudia dumping site, Tunisia. *Waste management*, 2004, 24 (10): p. 1023–1034.
- [6] Nuapia Y, Chimuka L, Cukrowska E. Assessment of heavy metals in raw food samples from open markets in two African cities. *Chemosphere*, 2018, 196: p. 339–346.
- [7] Tiller KG. Heavy metals in soils and their environmental significance. In: *Advances in soil science*. Springer, 1989, p. 113–142.
- [8] Nordberg GF, Fowler BA. *Risk Assessment for Human Metal Exposures: Mode of Action and Kinetic Approaches*. Academic Press; 2018.
- [9] Nadal M, Schuhmacher M, Domingo JL. Metal pollution of soils and vegetation in an area with petrochemical industry. *Science of the total environment*. 2004, 321 (1-3): p. 59–69.
- [10] Zakhem K, Zakhem G, Jahjah S, Zakhem G, Ibrahim E. Investigating the evolution of Naameh landfill and its surrounding vegetation using multispectral spaceborne imagery. In: *Advances in Computational Tools for Engineering Applications (ACTEA)*, 2016 3rd International Conference on. IEEE; 2016, p. 72–77.
- [11] Latz, T. Rehabilitation of the Hiriya Landfill, Tel Aviv. *Ri-Vista*, 2018, 16 (1), 54-67.
- [12] Nzigidahera B. Thème: Analyse de la diversité biologique végétale nationale et identification des priorités pour sa conservation. 2000; [online] <https://cutt.ly/cygvr4m>, Accessed on April 30, 2020.
- [13] Nzigidahera B. Etude de base pour la réhabilitation de la réserve naturelle de la Ruzizi [Internet]. Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature-INECN; 2008. [online] <https://cutt.ly/4ygvvAI>. Accessed on April 30, 2020.
- [14] Binning K, Baird D. Survey of heavy metals in the sediments of the Swartkops River Estuary, Port Elizabeth South Africa. *Water SA*. 2001; 27 (4): p. 461–466.
- [15] US EPA. Supplemental guidance for developing soil screening levels for superfund sites. Washington, DC: Office of solid waste and emergency response; [OSWER 9355.4-24], 2002. <https://www.epa.gov/superfund/superfund-soil-screening-guidance> Accessed on April 30, 2020.

- [16] US EPA. Exposure factors handbook 2011 edition (Final). <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=236252>, Accessed on April 30, 2020.
- [17] Essien JP, Inam ED, Ikpe DI, Udofia GE, Benson NU. Ecotoxicological Status and Risk Assessment of Heavy Metals in Municipal Solid Wastes Dumpsite Impacted Soil in Nigeria. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*. 2019, 100215.
- [18] WHO. Permissible limits of heavy metals in soil and plants. Geneva: World Health Organization, Switzerland, 1996.
- [19] MEF. Ministry of the Environment, Finland Government Decree on the Assessment of Soil Contamination and Remediation Needs (214/2007, March 1, 2007). 2007: <https://cutt.ly/NyfQ3kX>, Accessed on April 30, 2020.
- [20] UE. Décision (UE) 2015/2099 de la Commission du 18 novembre 2015 établissant les critères écologiques pour l'attribution du label écologique de l'Union européenne aux milieux de culture, amendements pour sols et paillis. <http://data.europa.eu/eli/dec/2015/2099/oj/fra>, Accessed on April 30, 2020.
- [21] Liu X, Song Q, Tang Y, Li W, Xu J, Wu J, et al. Human health risk assessment of heavy metals in soil–vegetable system: a multi-medium analysis. *Science of the Total Environment*, 2013, 463: p. 530–540.
- [22] Liu Y, Yang Y, Li C, Ni X, Ma W, Wei H. Assessing soil metal levels in an industrial environment of northwestern china and the phytoremediation potential of its native plants. *Sustainability*, 2018, 10 (8): p. 2686. <https://doi.org/10.3390/su10082686>.
- [23] Ihedioha JN, Ukoha PO, Ekere NR. Ecological and human health risk assessment of heavy metal contamination in soil of a municipal solid waste dump in Uyo, Nigeria. *Environmental geochemistry and health*, 2017, 39 (3): p. 497–515. <https://doi.org/10.1007/s10653-016-9830-4>.
- [24] Karim Z, Qureshi BA. Health risk assessment of heavy metals in urban soil of Karachi, Pakistan. *Human and ecological risk assessment: an international journal*, 2014, 20 (3): p. 658–667. <https://doi.org/10.1080/10807039.2013.791535>.
- [25] Manirakiza N, Ndikumana T, Jung CG. Municipal Solid Waste Sorting in Burundi, Inventory and Perspectives: Case of Bujumbura City. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 2020, 5 (3): p. 1148-55.
- [26] Manirakiza N, Ndikumana T, Jung CG. Towards the Promotion of Fuel Briquettes Using Municipal Solid Waste and Residual Biomass in Burundi. *International Journal of Environment*, 9 (1): p. 14–31; 2020. <https://doi.org/10.3126/ije.v9i1.27428>.

## Etude de la substitution de soja (*Glycine max*) par le niébé (*Vigna unguiculata*) dans l'alimentation des poulets de chair à Kabinda: Influence sur les performances zootechniques

### [ Test of Soybeans (*Glycine max*) substitution by Cowpea seeds (*Vigna unguiculata*) in the diet of broilers in Kabinda: Influence on zootechnical performances ]

Masanga Kishiko Gustave<sup>1</sup>, Ngoyi Nsomue Adolphe<sup>2</sup>, Kandolo Lumami Albert<sup>1</sup>, Ngoyi Kasongo Chadrick<sup>1</sup>, Ngoyi Kasongo François<sup>4</sup>, Ngoyi Musaya<sup>4</sup>, Muanyine Ebondo Crispin<sup>4</sup>, Ndjibu Nsapu Laurent<sup>5</sup>, and Yashima Yangoy Alphonse<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Université Notre Dame de Lomami, Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Zootechnie, Kabinda, RD Congo

<sup>2</sup>Université Notre Dame de Lomami, Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Phytotechnie, Kabinda, RD Congo

<sup>3</sup>Université Notre Dame de Lomami, Faculté des Sciences Agronomiques, Département d'Economie agricole, Kabinda, RD Congo

<sup>4</sup>Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques et Vétérinaires de Lukashiyi (ISEAV, Lukashiyi), Département de Développement Rural, Kabinda, RD Congo

<sup>5</sup>Ingénieur Agronome, Chercheur Indépendant, Kabinda, RD Congo

---

Copyright © 2020 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 DR Congo, broilers are increasingly popular, their diet requires a certain protein balance. Cowpea seeds are particularly rich in protein (23 to 25 of their dry weigh), carbohydrates (50 to 67%) and lipid (1,9%). The objective of this article is to improve the diet of broilers by substituting soybeans for cowpea seeds in Kabinda. Three batches of 30 chicks to 15 days were feed rations based Cowpea seeds, Chicken feed 0% control (T0), chickens feed 10% cowpea (T1) and chickens feed 20% (T2). The results obtained on the average daily earnings varied between 56 and 160g through the experimental period. The effect of substituting soybeans with cowpea seeds were remarkable in the third and fifth week of observation. However, chickens subjected to 20% cowpea (T2) presented a GMQ superior of 160g contrary to the control chickens (T0) is 98. The use of all diets resulted in much more remarkable performance influences for protein-rich rations. It emerges from this study that soybeans can be replaced by roasted cowpea seeds in chicken feed in Kabinda.

**KEYWORDS:** Soybeans, cowpea seeds, protein, rations and chicken.

**RESUME:** En RD Congo, les poulets de chair sont de plus en plus prisés, leur alimentation nécessite un certain équilibre en protéines. Les graines du niébé sont particulièrement riches en protéine (23 à 25 % de leur poids sec), en hydrates de carbone (50 - 67 %) et en lipide (1.9 %). L'objectif de cet article est d'améliorer l'alimentation des poulets de chair en substituant le soja par un les graines de niébé. Trois lots de 30 poussins de 15 jours d'âge ont été nourris aux rations à base de graines de niébé, les poulets de contrôle 0% niébé (T0), les poulets nourris à 10% de niébé (T1) et les poulets nourris à 20% niébé (T3). Les résultats obtenus sur les gains moyens hebdomadaire ont varié entre 54 g et 160 g dans l'ensemble de la période

expérimentale. Les effets de substitution de soja par les graines de niébé sont remarquables au troisième et cinquième semaine d'observation ( $P < 0.05$ ). Toutefois, les poulets de poulets soumis à 20% de niébé (T2) présentent un GMQ supérieure de 160g contrairement au lot nourris à 0% de niébé (T0) soit 98g. L'utilisation progressive de tous les régimes a abouti à des influences sur les performances, beaucoup plus marquées pour les rations riches en protéines. Il ressort de cette étude que le soja peut être substitué par les graines de niébé torréfié dans l'alimentation.

**MOTS-CLEFS:** Soja, graines de niébé, protéines, rations et poussins.

## 1 INTRODUCTION

Les pays tropicaux sont caractérisés par une abondante biodiversité mettant à la disposition de la science agroalimentaire de nombreux produits végétaux locaux sensible d'être valorisées en alimentation animale [1]. S'agissant des ressources alimentaires non conventionnelles, nous parlons des aliments d'origine végétale, animale ou industrielle, très peu ou pas exploités pour l'alimentation animale, qui n'entrent pas en compétition avec l'alimentation humaine et qui sont peu connus de la plupart des acteurs d'élevage [2]. Il s'agit d'aliments de substitution ou de remplacement des aliments conventionnels. Dans les pays en développement, l'intérêt suscité par ces ressources pendant ces dernières décennies s'est particulièrement manifesté avec la carence céréalière et l'augmentation du prix du soja sur le marché mondial. Dans ces pays, les sources conventionnelles de protéines telles que les tourteaux de soja et d'arachide et la farine de poisson sont en effet rares et donc coûteuses [3]. Il se pose donc le problème de la régularité de leur qualité et de leur disponibilité [4]. Les nutritionnistes ont donc tenté d'utiliser des protéines animales et végétales disponibles localement, afin de les substituer totalement ou partiellement aux protéines conventionnelles [5]. En effet, l'aviculture s'inscrit dans la composante de basse-cour et trouve son importance par ses intérêts multiples. D'une part, l'activité avicole procure à l'homme des produits d'origine animale comme par exemple la viande, les œufs qui contiennent les protéines essentielles et de bonnes valeurs nutritive supérieures à celle de produits d'origine végétale [6]. D'autres part, l'aviculture valorise mieux le sol en améliorant et augmentant sa fertilité et assure une bonne réalisation de revenu au cours de l'année à cause de son rythme de croissance très important et cycle production très court [7].

Cependant, le développement et la rentabilité de l'aviculture sont, non seulement liés à la maîtrise des grandes pathologies aviaires, mais également, à celle de l'alimentation dont les principaux besoins sont surtout énergétiques et protéiques. L'alimentation à elle seule représente 60 à 70 % des charges de production en aviculture moderne [8]. Ce coût serait lié en partie, à l'insuffisance et à la cherté des sources de protéines entrant dans la formulation des régimes alimentaires destinés à la volaille [9; 10].

Pour remédier à cette situation, la solution est de chercher et de proposer des alternatives. D'où le choix porté sur le niébé qui est une source de protéine utilisée dans l'alimentation de la volaille comme le soja vu sa production, sa composition chimique, sa disponibilité et son prix moins coûteux sur le marché local de Kabinda. Certaines littératures ont déjà montré les mérites du soja privé de ses facteurs antinutritionnels dans l'alimentation de la volaille. Les références [11] et [12] ont expliqué que les graines du niébé possèdent une bonne valeur nutritive avec, une teneur élevée de protéines et d'acides aminés bien équilibrés. Selon [13], les graines du niébé sont particulièrement riches en protéine (23 à 25 % de leur poids sec), en hydrates de carbone (50 - 67 %) et en lipide (1.9 %) [4]; des teneurs élevées en calcium (90 mg / 100 g), en fer (6 à 7 g / 100 g), en acide nicotinique (2 mg / 100 g) contribuant pour une part substantielle à combler les besoins alimentaires des populations des pays tropicaux [14]. En République Démocratique du Congo, de toutes les légumineuses à graines cultivées dans cette zone, le niébé est la troisième espèce la plus cultivée derrière l'arachide et le haricot, avec une production annuelle estimée à 70.042 tonnes [15]. La province de Lomami à elle seule produit 47 % de la production nationale de cette culture, soit 33.589 tonnes [15].

En alimentation animale, le niébé est aussi utilisé comme plante fourragère. Il est donc, nécessaire de démontrer les mérites de cette légumineuse dans l'alimentation de la volaille dont sa consommation nationale (rurale et urbaine) ne représente que 42 % de la production.

Le présent travail part de l'hypothèse selon laquelle, la substitution partielle du soja par les graines niébé permettrait de maintenir une bonne croissance des poulets de chair, tout en préservant les performances zootechniques. C'est dans cet optique que s'inscrit ce travail dont l'objectif général est d'évaluer l'efficacité les graines du niébé dans l'alimentation de poulets de chair.

## 2 MILIEU, MATÉRIELS ET MÉTHODES

### 2.1 PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

Cette étude a été menée dans la ville de Kabinda, située dans la province de Lomami en République Démocratique du Congo. Ce site de recherche est placé sur les collines et est caractérisée par les coordonnées géographiques ci-après: La latitude: 6° 11' 50" Sud; La longitude: 24° 56' 29" Est; L'altitude: 843m [16]. La température moyenne annuelle est de 25°C. D'après CRABBE et TOTIWE, 1997 La ville de Kabinda est caractérisée par un climat tropical humide du type AW3 d'après la classification de Koppen. Ce climat comporte deux saisons, l'une de pluie et l'autre sèche. La saison de pluie plus longue prend 9 mois et la saison sèche plus courte prend 3 mois. La texture du sol de Kabinda est sablonneuse. En observant le paysage de la ville de Kabinda se rend compte qu'elle est recouverte d'une diversité d'étendue des savanes boisées du type savane Guinéenne couverte par plusieurs espèces tels que: *Penicetum spp*, *Andropogon spp*, *Hyperata cylindrica* et certains arbres à savoir: *Acacia spp*, *Albizzia spp* et *Manguifera indica*.

### 2.2 MATERIELS

#### 2.2.1 ANIMAUX ET POULAILLER

Cette étude a porté sur un effectif total de 30 poussins des souches Hybrides Cobb 500 achetées au marché local de la ville de Mbuji-Mayi au Kasaï oriental. Un bâtiment en brique en dobe de 7 m de longueur sur 5 m de largeur a été utilisé pour la conduite de l'étude. Ce poulailler à ventilation naturelle transversale est muni d'ouvertures latérales grillagées orientées perpendiculairement (Nord-Sud) aux vents dominants. Ces ouvertures ont été fermées, à l'aide de film plastique pendant la phase de démarrage.

#### 2.2.2 ALIMENTS

Les données utilisées pour la mise au point des rations expérimentale ont été tirées des résultats d'analyses des matières premières issues de la littérature, mais aussi de ceux de tables de composition chimiques des matières premières en milieu tropical proposées par [20]. Deux rations, une de croissance (tableau1) a été formulées et auxquelles les graines de niébé ont été incorporés à trois niveaux 0, 10 et 20 en deux répétitions. Ces rations ont été formulées au centre pilote EXPO 2015 KABINDA.

Tableau 1. Ingrédients et ration expérimentale

Ingrédients	Rations expérimentale		
	T0	T1	T2
Maïs	55	55	55
Soja	20	10	0
Niébé	0	10	20
Farine de poissons	20	20	20
Huile de palme	3	3	3
Poudre Kaolin	2	2	2
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

#### 2.2.3 MATÉRIEL D'ÉLEVAGE

Une mangeoire et un abreuvoir d'une capacité de 5 litres ont été disposés dans chaque lot.

#### 2.2.4 PRODUITS VÉTÉRINAIRES

La désinfection a été faite avec l'eau de javel pendant toute la durée de l'expérience. Des anti-stress (complexes vitaminés) et des antibiotiques (oxytétracycline, sulfamide) ont été utilisés. Les vaccins contre la maladie de Newcastle et celle de Gumboro ont été également utilisés.

## 2.3 METHODES

### 2.3.1 CONDUITES DE L'ESSAI

Avant la mise en place de l'essai, un vide sanitaire de deux semaines était observé et la désinfection réalisée à l'eau de javel à raison de 250 ml/10 litre d'eau [17]. Les matériels d'élevage (mangeoires, abreuvoirs, seaux, sacs, etc.), ont été aussi lavés et désinfectés à l'eau de javel. Un jour avant l'installation de l'expérience, l'aire des différentes répétitions était recouverte d'une couche épaisse de litière constituée de copeaux. Un thermomètre hygromètre était installé. Les températures minimum, maximum et moyennes sont respectivement de 20, 25 et 23 °C. L'humidité atmosphérique moyenne observée a été de 50.

Pendant la phase de démarrage de 0 à 15 jours [18], tous les poussins étaient élevés dans une même cage et nourris à l'aliment de commerce et le poulailler a été chauffé à l'aide d'un brasero. Après cette période, les poussins répartis en douze sous-lots de 5 sujets/m<sup>2</sup>, ont été ensuite soumis à une période de 6 jours d'adaptation physiologique de la flore intestinale selon [19]. Les aliments étaient distribués chaque matin à 8h et 11 heures et les soirs à 16h et 20 heures. Cependant, l'eau de robinet utilisée comme boisson était distribuée *ad-libitum*. Les sujets ont reçu un éclairage naturel (soleil) pendant la journée et la lumière artificielle (une torche d'éclairage) pendant la nuit.

A l'aide des fiches de suivi, la consommation alimentaire a été obtenue par différence entre les quantités servies et le refus. Les mesures hebdomadaires des poids vifs ont permis de calculer le GMQ en faisant le rapport du gain moyen pondéral pendant une période sur la durée (en jours) de la période. Quant à l'indice de consommation, c'est le rapport entre la quantité d'aliments consommée pendant une période sur le gain de poids pendant cette même période.

### 2.3.2 ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES

Les différents résultats obtenus étaient enregistrés et traités avec le tableur Excel puis soumis à l'analyse de la variance (ANOVA) à un facteur à l'aide du logiciel Minitab version 16.0 au seuil de 5 %, puis complété par le test Fisher pour la comparaison des moyennes entre différents traitements.

## 3 RESULTATS

De manière générale, il s'agit de signaler qu'à l'issue des analyses statistiques; les différents taux de substitution de soja par le niébé n'ont induit aucune différence significative au seuil de 5% sur les paramètres de la consommation alimentaire individuelle (CAI) et l'indice de consommation (IC) de poulet de chair à Kabinda. Toutefois, les résultats obtenus de l'analyse de la variance sur le gain moyen de poids quotidien (GMQ) indiquent l'effet significatif de substitution de soja par les graines de niébé.

### 3.1 EFFETS DE SUBSTITUTION DE SOJA PAR LE NIEBE SUR LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE INDIVIDUELLE (CAI) DES POULETS DE CHAIR.

Le tableau 2 ci-dessous, présente le poids vif enregistré pendant la période de l'expérience.

Tableau 2. Synthèse des résultats (moyenne  $\pm$  Ecart-Type) obtenus sur l'effet de substitution des tourteaux de soja par tourteaux du niébé sur le poids vif moyen (PV) en g

TRAITEMENTS	Périodes d'observation (j)				
	14-21	21-28	28-35	35-42	42-49
T0	250,0 $\pm$ 70,7	304,00 $\pm$ 5,66	376,5 $\pm$ 174,7	451,50 $\pm$ 68,59	532,0 $\pm$ 237,6
T1	250,0 $\pm$ 42,4	325,00 $\pm$ 21,21	390,0 $\pm$ 70,7	453,50 $\pm$ 75,66	550,5 $\pm$ 55,9
T2	250,0 $\pm$ 183,8	353,50 $\pm$ 75,66	451,0 $\pm$ 1,4	551,50 $\pm$ 68,59	700,0 $\pm$ 282,8
P	<b>0,100</b>	<b>0,605</b>	<b>0,783</b>	<b>0,393</b>	<b>0,721</b>

### 3.2 EFFETS DE SUBSTITUTION DE SOJA PAR LE NIEBE SUR LE GAIN MOYEN DE POIDS QUOTIDIEN (GMQ) DES POULETS DE CHAIR

Le tableau 3 ci-après présente les résultats sur le GMQ en g/jour pendant la période d'expérimentation.

Les résultats de l'analyse de la variance que présente le tableau 2 ci-dessous indique que le GMQ varie en fonction de semaines et traitements appliqués. En général, les gains moyens hebdomadaire varient entre 54 g et 160 g dans l'ensemble de

la période expérimentale. Les effets de substitution de tourteau de soja par les graines de niébé sont remarquable au troisième et cinquième semaine d'observation ( $P < 0,05$ ). Toutefois, les poulets soumis au T2 présentent un GMQ supérieure (160g) par rapport au témoin (T0) (98g) à la fin d'expérience.

**Tableau 3.** Synthèse des résultats (moyenne  $\pm$ Ecart-Type) obtenus sur l'effet de substitution de soja par le niébé sur le gain moyen de poids quotidien (GMQ) des poulets de chair à Kabinda

TRAITEMENTS	Périodes d'observation (j)				
	14-21	21-28	28-35	35-42	42-49
T0	54,00 $\pm$ 5,66	72,50 $\pm$ 3,54	75,00 $\pm$ 7,07ab	80,50 $\pm$ 0,71	98,00 $\pm$ 18,38b
T1	75,00 $\pm$ 21,21	65,00 $\pm$ 7,07	63,50 $\pm$ 4,95b	97,00 $\pm$ 9,90	74,50 $\pm$ 6,36b
T2	103,50 $\pm$ 2,12	97,50 $\pm$ 12,02	100,50 $\pm$ 7,78a	148,50 $\pm$ 54,45	160,00 $\pm$ 0,00a
<i>P-value</i>	<b>0,067</b>	<b>0,059</b>	<b>0,025</b>	<b>0,233</b>	<b>0,010</b>

Les différentes lettres indiquent des différences significatives et les mêmes lettres, les différences non significatives après comparaison des moyennes par le test de Fisher ( $P = 0,05$ ).

### 3.3 EFFETS DE SUBSTITUTION DE SOJA PAR LE NIEBE SUR L'INDICE DE CONSOMMATION (IC) DES POULETS DE CHAIR

Les résultats relatifs sur l'indice de consommation des poulets nourris à base des rations expérimentale sont présentées dans le tableau 4 ci-dessous.

**Tableau 4.** Synthèse des résultats (moyenne  $\pm$ Ecart-Type) obtenus sur l'effet de substitution de soja par le niébé sur l'indice de consommation (IC) des poulets de chair à Kabinda

TRAITEMENTS	Périodes d'observation (j)				
	14-21	21-28	28-35	35-42	42-49
T0	1,49 $\pm$ 0,77	1,79 $\pm$ 28,99	2,01 $\pm$ 0,69	2,74 $\pm$ 1,06	3,49 $\pm$ 0,71
T1	2,03 $\pm$ 0,61	1,49 $\pm$ 0,71	1,48 $\pm$ 0,72	2,43 $\pm$ 0,61	2,68 $\pm$ 0,26
T2	1,25 $\pm$ 0,35	1,83 $\pm$ 0,38	2,50 $\pm$ 1,41	3,00 $\pm$ 1,40	3,72 $\pm$ 1,02
<i>P-value</i>	<b>0,293</b>	<b>0,499</b>	<b>0,354</b>	<b>0,875</b>	<b>0,439</b>

## 4 DISCUSSION

Nous retenons dans l'ensemble cet article que le taux de substitution a induit des effets significatifs sur certains paramètres la croissance de la volaille. Cette situation corrobore les affirmations de [20], selon lesquels chez les sujets, une incorporation de niébé de l'ordre de 10 à 20 %, a causé un effet positif sur les performances de croissance.

### 4.1 CONSOMMATION ALIMENTAIRE INDIVIDUELLE (CAI) DES POULETS DE CHAIR.

Nous constatons que les différents taux de substitution de soja par le niébé n'ont pas induit l'effet significatif sur la consommation alimentaire individuelle des poulets (tableau 3). A l'analyse minutieuse de ce tableau, il s'agit de retenir que la CAI a évolué de manière croissante de la première semaine jusqu'à la dernière semaine d'observation. A la première semaine tous les sujets avaient une valeur moyenne de CAI de 250 g. A la cinquième semaine, la CAI moyenne élevée (700,0  $\pm$  282,8g) est donnée par le T2 et la CAI moyenne faible est signalée par le traitement de référence (T0). La tendance de nos résultats est en accord à ceux obtenus par [21]. Selon la référence [21], la consommation alimentaire individuelle du poulet de chair augmente avec son âge au fil du temps. Nos constats sont en accord à ceux de [22] démontrant que l'incorporation de feuilles *Moringa oleifera* avait induit le taux de consommation de la volaille.

### 4.2 GAIN MOYEN DE POIDS QUOTIDIEN

L'incorporation de niébé dans l'alimentation des poulets a eu d'effets significatifs sur la vitesse de croissance des poulets de chair à la troisième et cinquième semaine d'observation ( $P > 0,05$ ). La différence significative observée à la troisième et

cinquième semaine entre les lots ayant reçu le soja et la tendance de la moyenne globale des GMQ observée en faveur des régimes riches en protéines, seraient attribuées à la sensibilité des poulets au dosage protéique. Ce résultat concorde avec ceux de [23] selon lesquels, le gain de poids est élevé si le niveau de protéines est élevé. En effet, Ces résultats sont nettement supérieurs à ceux de [24] qui avait incorporé des substances à effets anaboliques telles que l'infusé des racines entières de *Nauclea latifolia* et l'éthanolate de testostérone. Ces substances lui ont permis d'obtenir des GMQ de 81,56 à 85,17 g/jour. Nos résultats rejettent ceux de [25] dont les travaux sur la valeur nutritive du maïs et du sorgho dans l'alimentation du poulet de chair ont permis d'obtenir en moyenne 54 g/jour à 42 jours d'âge.

#### **4.3 INDICE DE CONSOMMATION**

Ces résultats montrent que les différents taux de niébé utilisé pour substituer le soja n'ont pas d'effet significatif au seuil de 5%. En se basant de nos résultats, il est préjudiciable de noter que les valeurs de  $3,49 \pm 1,71$ ;  $2,68 \pm 0,26$  et  $3,72 \pm 1,02$  correspondent respectivement aux traitements T0, T1 et T2. Nos résultats sont élevés à ceux admis par les sélectionneurs de la souche. En effet, Selon Hubbard, l'indice de consommation de référence en poulet de chair est de 1,8 à 2,2; c'est à dire qu'il faut 1,8 à 2,2 kg d'aliments pour produire un kg de poids vif (PV); sachant que l'alimentation représente 60 à 80 % de l'ensemble des charges totales de la production du poulet, la croissance est d'autant plus élevée et L'IC est d'autant plus faible que l'aliment est dense EM [26].

L'IC est un paramètre clé de tester la performance de l'alimentation au fil du temps [27]. Le fait d'avoir les indices de consommations supérieurs par rapport aux normes, cela pourrait être lié aux gaspillages et la gestion irrationnelle des mangeoires.

## **5 CONCLUSION**

L'aliment (coût, disponibilité et qualité) est déterminant dans le développement de l'aviculture aussi bien moderne que traditionnelle. Il représente généralement plus des 75% des coûts de production en aviculture commerciale. Les protéines traditionnellement incorporées dans ces rations sont d'origine animale ou végétale. L'objectif principal de cet article est d'évaluer l'efficacité des graines de niébé dans l'alimentation de poulets de chair à Kabinda.

En effet, nos résultats affirment que les graines de niébé peuvent entrer en considération comme une alternative au tourteau de soja dans l'alimentation des poulets de chair. Dans le but réconcilier les bases de nos hypothèses, nous suggérons que des études soient menées en utilisant les mêmes doses à partir du démarrage afin de bien mettre au claire les avantages économiques qui seraient influencés par la substitution de soja par les graines de niébé dans l'alimentation de poulet de chair à Kabinda.

## **REMERCIEMENTS**

Les auteurs remercient sincèrement les personnes qui ont lu et amélioré la qualité de ce manuscrit.

## **REFERENCES**

- [1] Kilemba M. B., Kabemba T. J., and Tshibangu M. I., 2018. Essai de substitution du tourteau de soja par le tourteau palmiste dans la ration de poulets de chair à Lubumbashi: Effets sur les performances de croissance et les paramètres économiques. *International Journal of Innovation and Applied Studies*. Vol. 25 No. 1, pp. 93-101. ISSN 2028-9324.
- [2] Geoffroy F, Naves M, Saminadin G, Borel H, Alexandre G, 1991. Utilisation des ressources alimentaires non conventionnelles par les petits ruminants. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop*. 105-112.
- [3] Dahouda M., Toleba S.S., Youssao A.K.I., Mama ALI A.A., Ahounou S. et Hornick J. L., 2009a. Utilisation des cossettes et des feuilles de manioc en finition des pintades (*Numida meleagris*, L): performances zootechniques, coûts de production, caractéristiques de la carcasse et qualité de la viande. *Annales d. Médecine Vétérinaire*. 153, 82-87.
- [4] Imorou Toko Ibrahim 2007. Amélioration de la production halieutique des trous traditionnels à poissons (whedos) du delta de l'Ouémé (sud Bénin) par la promotion de l'élevage des poissons-chats *Clarias gariepinus* et *Heterobranchus longifilis*. Prom.: Kestemont, Patrick.
- [5] D'Mello JPF, 1992. Nutritional potentialities of fodder trees and fodder shrubs as protein sources in monogastric nutrition. In: Speedy A., Pugliese P.-L. (Eds.), *Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock*.-Rome: FAO.- 339p.

- [6] HOFMAN A., 2000. Amélioration de l'aviculture traditionnelle aux îles Comores. Université de Liège, Faculté de médecine vétérinaire, pp. 12- 15.
- [7] GRAD, Mémentos de l'agronome, Cédéron 1 et 2, Paris 2002.
- [8] CIRAD-GRET., 2006. Mémento de l'Agronome, Ministère Français des Affaires Etrangères, Paris, Edition du ORET, Cirad-ISBN: 2-87614-522-7,1692 p.
- [9] COON c., 2003. Les Besoins et la nutrition animale: Profil Idéal en Acides Aminés pour le Poulet de Chair, les Poules Pondeuses et les Reproductrices. Consulté le octobre 16, 2012, sur. [www.asaim-europe.org/backup/pdf/idealaminoJpdf](http://www.asaim-europe.org/backup/pdf/idealaminoJpdf).
- [10] OUATTARA S., 2008. Utilisation des graines de l'acacia macrostachya Reichend. ex DC comme source de protéine dans l'alimentation des poulets de chair, IDRIUPB, BoboDioulasso, 90 p.
- [11] MALIBOUNGOU J., LESSIRE M. et HALLOUIS J., 1998. Composition chimique et teneur en énergie métabolisable des matières premières produites en République centre africaine et utilisables chez les volailles. Revue Élev. Méd. vét. Pays trop., 51 (1), pp. 5561.
- [12] MGON S., 2004. Ebauche d'un referentiel sur la composition chimique et nutritive des matières premières utilisables en alimentation des volailles au Sénégal, Université cheikh anta diop de dakar, Dakar, 143p.
- [13] Mukendi T.R., Mutamba T.B., Kabongo M.D., Tshilumba M.T., Mpoyi B.M. Et Munyuli M.T., 2017a. Évaluation variétale de quelques génotypes de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) en conditions agro-écologiques de Kabinda, province de Lomami, République Démocratique du Congo. Afrique SCIENCE 13 (2) (2017) 24 – 31 ISSN 1813-548X.
- [14] Basak B, Pramanik MdAH, Rahman MS, Tarafdar SU, Roy BC, 2002. Azolla (*Azolla pinnata*) as a feed ingredient in Broilerration. International Journal of Poultry Science 1, 29-34.
- [15] Boudouma A D et Berchiche M 2010. Performances du poulet de chair recevant des régimes alimentaires à base de son de blé dur. Journée d'étude sur le bon usage des sons cubés. ITMA-Sétif30 mai, 136 p.
- [16] Mukendi TR, Tshilumba MT, Mpoyi BM, Mutamba NB, Kabongo MD, Ilunga TM, Ngoie KJ, Ngoyi ND, Munyuli MT. 2017. Évaluation de la productivité du maïs (*Zea mays* L.) sous amendements organique et minéral dans la province de Lomami, République Démocratique du Congo. Journal of Applied Biosciences 109: 1057110579.DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v109i1.2>.
- [17] Mahamat 2013. Performances zootechnico-économiques et caractéristiques de carcasse des poulets de chair (Hubbard F15) nourris aux rations à base de feuille de leucaena leucocephala (LAM) au sénégal. Mémoire inédit en ingénierie reproduction animale. Université de Cheikh anta diop de Dakar. p44.
- [18] Dhaouadi I. 2009. Etude de l'intérêt des matières premières de substitution dans la fabrication des aliments composés et l'effet de substitution de son de blé par la coque de soja dans l'alimentation des vaches laitières. Projet de Fin d'Etudes pour l'obtention du diplôme national d'ingénieur agronome. Institution de la recherche et de l'enseignement supérieur agricoles. Tunisie, p95.
- [19] Gourdine J.L., 2007. Analyse des facteurs limitant les performances de reproduction élevées sous un milieu tropical humide. Thèse de doctorat, Institut national agronomiques. Paris – Grignon.
- [20] Ouedogo (2013), Influence de la substitution du Glycine max (soja) par *Vigna unguiculata* (niébé) comme source de protéines, sur les performances zootechniques et la rentabili économique des poussins (*Gallus domesticus*) de race locale. Mémoire de fin de cycle, Diplôme d'ingénieur de conception en vulgarisation agricole, 74p.
- [21] Guide d'élevage poulets de chair Cobb 2008. Available from INTERNET: « <http://www.cobb-vantress.com> ».
- [22] Tougiani ABASSE, Idi MAIGACHI, Wowo HABBA et Diawadou DIALLO, Effet de la supplémentation de la farine des feuilles de *Moringa oleifera* (Lam.) dans la production des poulets de chair au Niger. Int. J. Biol. Chem. Sci. 11 (2): 722-729, April 2017 ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print).
- [23] GONGNET G., SAKANDE S. et PARIGI-BINIR S.E.H., 1995. Influence des niveaux de protéines alimentaires sur les performances de croissance et le rendement carcasse de la pintade commune (*Numida meleagris*) et du poulet de chair (*Gallus domesticus*) en milieu tropical sec, Tome 146, vol 3, 9p.
- [24] Ntivuguruzwa JB. 2008. Effets de l'infuse des racines entieres de *Nauclea latifolia* (sm) sur les performances de croissance du poulet de chair. Thèse de médecine vétérinaire, EISMV/UCADD, Dakar; Sénégal, 103p.
- [25] Hien O.C., Salissou I., Ouedraogo A., Ouattara L., Diarra B. et Hancock J.D., 2018. Effets comparés de rations à base des variétés de maïs « ESPOIR » et de maïs « SR21 » sur la productivité du poulet de chair de souche cobb-500. Int. J. Biol. Chem. Sci. 12 (4): 1557-1570. ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print).
- [26] Lançon F., Drabo I. et Dabat M.H., 2009. Appui à la définition de stratégie de développement des filières agro-sylvo-pastorales et halieutiques sélectionnées dans les régions d'intervention du PADAB IL Goulot d'étranglement et actions pilotes. 101 p.
- [27] Hubbard 2012. Manuel d'élevage de poulet de chair. Hubbard, croissance rapide.

## أثر استعمال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في تجويد تعليم وتعلم درس علوم الحياة

### [ The effect of using information and communication technology in improving the teaching and learning of life sciences lesson ]

*Abdelkhalek Touahar*

Al Ouafae High School, Regional Directorate, Sidi Kassem, Ministry of National Education, Morocco

تواهر عبد الخالق

ثانوية الوفاء التأهيلية، المديرية الاقليمية سيدي قاسم وزارة التربية الوطنية، المغرب

Copyright © 2020 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 convergence of this research paper is a field study - aimed at knowing the impact of the use of information and communication technology in improving the teaching and learning of the life sciences lesson, and how to develop teaching and learning methods for this subject, by employing modern technology for information and communication, as the abundance of information and scientific concepts in life sciences lessons It has become an obstacle that contributes to the students' aversion to the subject, and makes them focus on automated saving, which creates difficulties for them, and to overcome them we tried to answer the following questions: How can the quality of life science lessons be improved? How can life science lessons be transformed from passive reception and Auto save to interaction and participation ?

The results showed that the incorporation of information and communication technology in the completion of life sciences lessons by the professors remains very weak, so that 51% are not taught using the latter and adopt the traditional method, due to the erratic contradictions they have about these techniques, but for the students we recorded the improvement of both The rate of understanding, interaction, and motivation for the experimental group was clear, as the rate increased by 4.65 points.

This indicates the importance of incorporating TICE in the teaching of the subject.

**KEYWORDS:** Life sciences, technology, information, didactic life sciences.

**ملخص:** تقارب هذه الورقة البحثية دراسة ميدانية - تهدف الى معرفة أثر استعمال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في تجويد تعليم وتعلم درس علوم الحياة، ولكيفية تطوير أساليب تعليم وتعلم هذه المادة، وذلك بتوظيف التكنولوجيا الحديثة للإعلام والاتصال حيث ان كثرة المعلومات والمفاهيم العلمية في دروس علوم الحياة اضحت تشكل عائقا يساهم في نفور التلاميذ من المادة، وتجعلهم يركزون على الحفظ الالي، مما يخلق صعوبات لديهم، ولتجاوزها حاولنا الاجابة عن الأسئلة التالية: كيف يمكن تجويد تعلمات دروس علوم الحياة؟ وكيف يمكن ديداكتيكا تجاوز صعوبات التعلم في دروس علوم الحياة؟ وكيف يمكن تحويل دروس علوم الحياة من التلقي السلبي والحفظ الالي الى التفاعل والمشاركة؟

بينت النتائج ان ادماج تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في انجاز دروس علوم الحياة من طرف الاساتذة يبقى ضعيف جدا، بحيث 51% لا تدرس باستعمال هذه الاخيرة ويعتمدون الطريقة التقليدية، وذلك راجع الى تميلات خاطئة لديهم حول هذه التقنيات، اما بالنسبة للتلاميذ سجلنا تحسن كل من معدل الفهم، والتفاعل، والحافزية، للمجموعة التجريبية بشكل واضح إذ ارتفع المعدل ب4,65 نقطة. مما يدل على اهمية ادماج TICE في تدريس المادة.

**كلمات دلالية:** علوم الحياة، التكنولوجيا، المعلومات، ديداكتيك علوم الحياة.

## 1 مقدمة

ان من مميزات حصة علوم الحياة و الارض، انها تساهم في التكوين الفعلي للمتعلم، اذ انها تهتم بالطرائق و المهارات و التقنيات التي تمكن المتعلمين من بناء المفاهيم العلمية و بالوسائل التعليمية التي تستخدم في العملية التعليمية التعلمية، لتنمية الكفايات المنهجية و التواصلية و التكنولوجية، و خلق المناخ الملائم لترسيخ المواقف و الاتجاهات [1]، و في نفس السياق فان ادماج تكنولوجيا المعلومات و الاتصالات في تدريس هذه المادة العلمية يضاعف الامكانيات البيداغوجية التي تسمح بمقاربة المفاهيم و المعارف [2]، وقد اصبحت هذه الوسائل اليات و ادوات تفيد الاستاذ في تنشيط و وضعيات تعليمية تعلمية تكسب المتعلمات و المتعلمين كفايات و قدرات تمكنهم من استعمال الوسائط المتعددة او الانترنت، و الاستعانة بما توفره تكنولوجيا الاعلاميات، قصد الرفع من جودة التعلم، كما تسعى هذه الاخيرة الى تمكين المتعلمين من اكتشاف مختلف الوسائط و البرامج التي يمكن ان تكون موردا للتعلم، و كذا الحصول على معلومات مستمدة من الوسائط، و نظم المعلومات فضلا عن تبني مواقف ايجابية تجاه التعامل المتزن و المفيد مع هذه الوسائل [3]، كما اعطت تكنولوجيا المعلومات و الاتصالات اضافة للملاحظة و التجريب، بحيث مكنت من الانتقال من الكشف عن الظواهر، الى امكانية اخضاعها للقياس الدقيق، استعمال EXAO مثلا في تجارب التركيب الضوئي، التنفس، و التخمر و كذا محاكاة التجارب صعبة الانجاز في القسم، او بسبب البطء الزمني نمو النبات، ظاهرة الحث... مع اتاحة امكانية الاستفادة من الاشغال التطبيقية لفائدة الاقسام المكتظة، و خلال الحصص غير المفوجة و لا يفوتنا ان نذكر بالامكانيات الهائلة التي تضيفها هذه التكنولوجيا لمجال البحث التربوي و تنوع مصادر المعرفة.

## 2 اشكالية و فرضيات الدراسة

تشكل كثرة المعلومات و المفاهيم العلمية في دروس علوم الحياة، معيقا يساهم في نفور التلاميذ من المادة، و التركيز على الحفظ، مما يخلق صعوبات يجب تجاوزها لتجويد تعلم دروس البيولوجيا، لتجاوز هذه الصعوبات حاولنا الاجابة عن الأسئلة التالية: كيف يمكن تجويد تعلمات دروس علوم الحياة؟ وكيف يمكن ديداكتيكيا تجاوز صعوبات التعلم في دروس علوم الحياة؟ و كيف يمكن تحويل دروس علوم الحياة من التلقائي السلبي و الحفظ الى التفاعل و المشاركة؟

و للإجابة عن الاسئلة طرحنا الفرضيات التالية:

- يساهم توظيف تكنولوجيا المعلومات و الاتصالات في تجويد دروس علوم الحياة
- تمكن الأساتذة من المهارات المتعلقة بتكنولوجيا المعلومات و الاتصالات يرفع نسبة توظيفها داخل الفصل الدراسي
- ادماج تكنولوجيا المعلومات و الاتصالات يخلق دينامية تفاعلية اثناء تدبير دروس علوم الحياة

## 3 ادماج تكنولوجيا المعلومات و الاتصالات من خلال الوثائق الرسمية

### 3.1 الميثاق الوطني للتربية و التكوين

أشار الميثاق الوطني للتربية و التكوين [4] إلى ما يلي:

- تعميم وسائط التكنولوجيا لتحقيق تكافؤ الفرص، بالاستفادة من مصادر المعلومات وبنك المعطيات وشبكات التواصل. وكذا معالجة مشكلات التمدن المرتبطة بعبء أو عزلة الفئات المستهدفة، واعتمادها أيضا في التكوين عن بعد في مستوى التعليم الإعدادي والثانوي خاصة في المناطق المعزولة.
- إعطاء انطلاقة مشروع GENIE لتعميم تكنولوجيا المعلومات و الاتصالات في الأوساط المدرسية. كما أن من بين أهدافه التربية على التحكم في التقنيات الحديثة لكسب رهان تكوين الرأس المال البشري.

### 3.2 المخطط الاستعجالي لإصلاح التعليم

خلال مرحلة المخطط الاستعجالي [5] تم تطوير إدماج تكنولوجيا المعلومات و الاتصالات من خلال إطلاق مرحلة ثانية لمشروع جيني، وذلك من خلال إتمام تجهيز المؤسسات التعليمية بالمغرب (9260 مؤسسة) بمختلف أسلاكها، بالعتاد المعلوماتي

والبنية التحتية الكفيلة بالإدماج، وتوفير التكوين العلمي لكافة مكونات الأطر التربوية و التعليمية من هيئات التدريس و التأطير و الإدارة التربوية (230.000 إطارا)، و تزويد المؤسسات التعليمية و المدرسين و المتعلمين بموارد رقمية تضمن إدماج تكنولوجيا المعلومات و الاتصال في مجال التدريس، للرفع من جودة التعلم و اكتساب المهارات.

### 3.3 الرؤية الاستراتيجية 2015-2030

خصصت الرؤية الاستراتيجية [6] 2015-2030 من خلال المشروع رقم 21 من اجل ادماج تكنولوجيا الاعلام و الاتصالات في المدرسة و ذلك لتحقيق هدف عام يتجلى في الانخراط الفاعل في اقتصاد و مجتمع المعرفة تم اهداف خاصة تتجلى في ادماج ناجح لتكنولوجيا الاعلام و الاتصالات في المدرسة بهدف تحقيق النتائج التالية:

- استكمال تجهيز المؤسسات التعليمية بتكنولوجيا الاعلام و الاتصالات
- ادماج تكنولوجيا الاعلام و الاتصالات في جميع مستويات التدبير و تيسير الحصول على المعلومة و توثيقها و تقاسمها و التفاعل الاني و التواصل بين مختلف مستويات تدبير المنظومة
- تعزيز ادماج هذه التكنولوجيات في اتجاه الارتقاء بجودة التعلمات

- تنمية وتطوير التعلم عن بعد
- التعبئة والتحسيس بأهمية تكنولوجيا الاعلام والاتصالات و دورها في اصلاح المدرسة و لتحقيق هذه الاهداف تمت برمجة الانشطة التالية:
  - اعداد برنامج و طني
  - مراجعة مفهوم الكتاب المدرسي و رقمته بموازة رقمنة المضامين و الوثائق التعليمية
  - تكوين مختصين في البرمجيات التربوية و الاعلاميات البيداغوجية و انتاج المضامين و الموارد التعليمية الرقمية [7]
  - تحفيز الشباب على خلق مقالات متخصصة في انتاج الحوامل التربوية الرقمية
  - احداث مراكز للموارد الرقمية على المستوى الجهوي و المحلي و كذا مختبرات للابتكار و انتاج هذه الموارد و تكوين مختصين في هذا المجال
  - اعداد خطة عمل للتعبئة و التحسيس بأهمية تكنولوجيا الاعلام و الاتصال
  - الانفتاح على المقاولات في مجال تكنولوجيا الاعلام و الاتصال و طنيا و دوليا في اطار شركات مؤسسية

## 4 الجانب الميداني

### 4.1 منهجية الدراسة

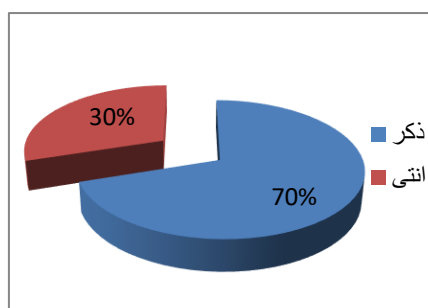
لرصد اثر استعمال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في تجويد دروس علوم الحياة، قمنا اولاً بتحديد مدى توظيف تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في درس علوم الحياة، و ذلك بتجميع المعطيات انطلاقاً من استمارة تم توزيعها على عينة من 60 استادا للمادة، يعملون بالمديرية الاقليمية لوزارة التربية الوطنية بسيدي قاسم.

في المرحلة الثانية، و بغاية التعرف على مدى انعكاس هذه التكنولوجيات، على مستوى تحصيل المتعلمين، قمنا بتقديم مقطع تعليمي (التاكسيدات التنفسية و دورها في انتاج ATP المدرج ببرنامج السنة الثانية باكوريا مسلك علوم الحياة و الارض)، باستخدام الطريقة الكلاسيكية للمجموعة الضابطة، و تضم 25 تلميذاً يتابعون دراستهم بالسنة الثانية باكوريا مسلك علوم الحياة و الارض، و باستخدام مورد رقمي للمجموعة التجريبية، التي تضم ايضا 25 تلميذاً يتابعون دراستهم بنفس المستوى و السلك و ذلك بعد التحقق من تجانس المجموعتين عن طريق رائر اختياري مسبق. المورد الرقمي المستعمل (حاسوب، مسلاط ضوئي، برنامج Microsoft PowerPoint، مقطع فيديو تربوي مدته ثلثه دقائق يشرح الظاهرة المدروسة)

### 4.2 نتائج و خلاصات الدراسة

#### معلومات شخصية

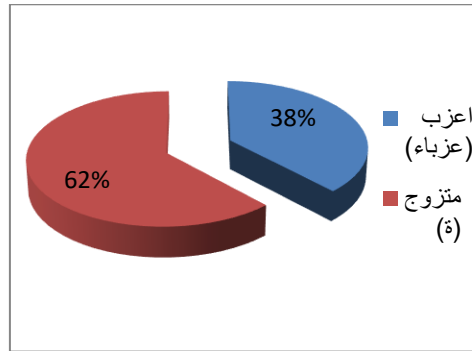
##### 4.2.1 توزيع العينة حسب الجنس



الشكل رقم 1: توزيع العينة حسب الجنس

نسبة الذكور في العينة أكثر من نسبة الاناث حيث تم تسجيل 70% ذكور مقابل 30% اناث

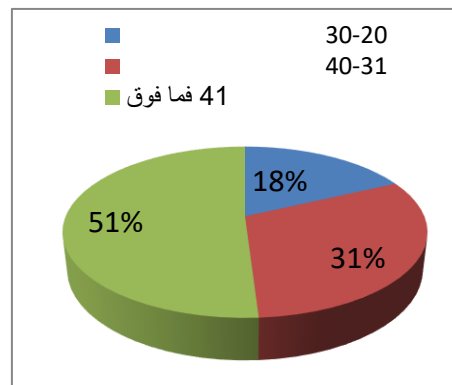
##### 4.2.2 توزيع العينة حسب الحالة العائلية



الشكل رقم 2: توزيع العينة حسب الحالة العائلية

جل عناصر العينة متزوجون بنسبة 62% في حين 38% فقط غير متزوجون

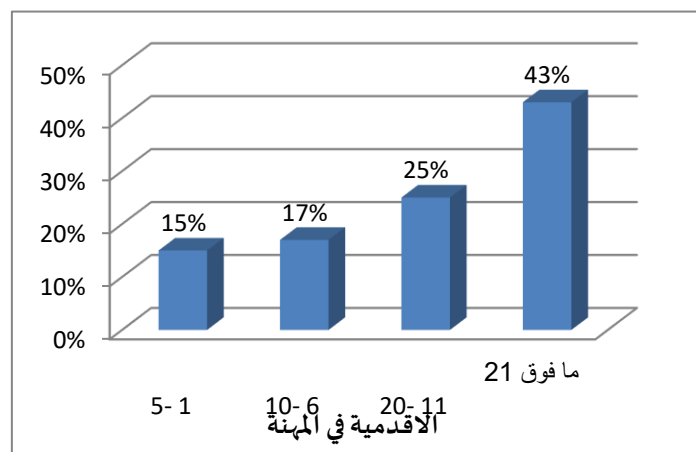
#### 4.2.3 توزيع العينة حسب السن



الشكل رقم 3: توزيع العينة حسب السن

أكبر نسبة سجلت عند فئة 41 سنة فما فوق 51%، تليها في المرتبة الثانية الفئة العمرية 40-41 سنة، بنسبة 31%

#### 4.2.4 توزيع العينة حسب الأقدمية في المهنة

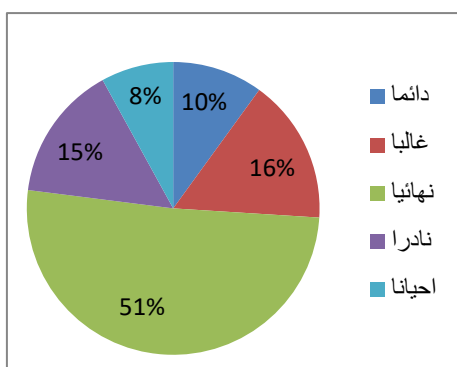


الشكل رقم 4: توزيع العينة حسب الأقدمية في المهنة

تبين النتائج أن أكبر نسبة سجلت لدى ذوي الخبرة 21 سنة فما فوق بنسبة، % 43 تليها نسبة 25% بالنسبة لأصحاب خبرة ما بين 11 و 20 سنة.

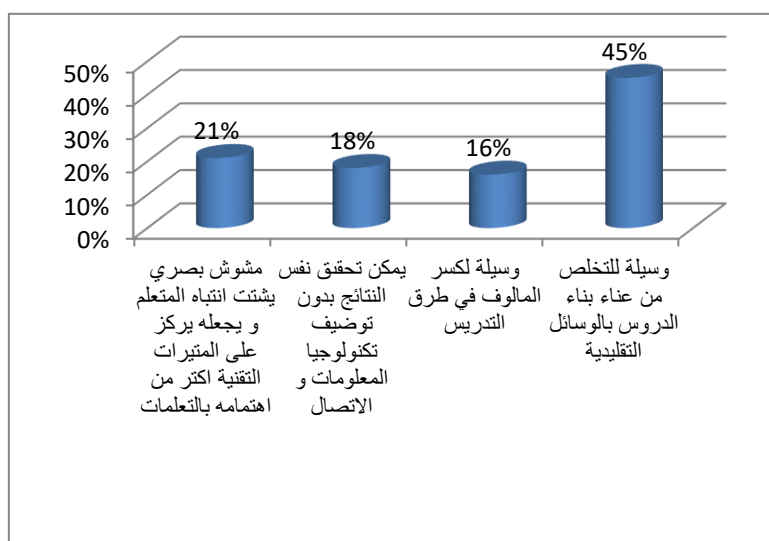
## 5 واقع ادماج تكنولوجيا المعلومات والاتصال في مادة علوم الحياة و الارض بالثانوي التأهيلي بمديرية سيدي قاسم

بعد تفرغ السؤال المتعلق بمدى توظيف تكنولوجيا المعلومات والاتصالات من الاستمارة تم التوصل الى النتائج المبينة بالشكل رقم 5



الشكل رقم 5: مدى توظيف تكنولوجيا المعلومات والاتصال في انجاز درس علوم الحياة

تبرز النتائج ان ادماج تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في انجاز دروس علوم الحياة حسب العينة المدروسة يبقى ضعيفا، بحيث 51% لا تدرس باستعمال التكنولوجيا الحديثة، مما يطرح سؤالاً كبيراً، لماذا هذا النفور من استعمال التكنولوجيا الحديثة في تعلم درس علوم الحياة؟ و لمحاولة الاجابة عن هذا السؤال، تم البحث من خلال الاستمارة عن تمثلات العينة المدروسة حول ادماج التكنولوجيا الحديثة للوقوف على اسباب عدم استخدام هذه الأخيرة في تدريس المادة.



الشكل رقم 6: تمثلات العينة المدروسة حول ادماج التكنولوجيا الحديثة

من خلال الاجابة عن هذا السؤال، يبدو ان من بين اسباب عدم استعمال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، هناك تمثلات خاطئة للأساتذة المستجوبين، ان 21% يعتبرون ان استعمال التكنولوجيا الحديثة تعتبر احيانا مشوشا و يمكن تحقيق نفس النتائج بالطريقة التقليدية و بذلك لا فائدة من توظيفها، في حين ان 45% يعتبرونها وسيلة للتخلص من عناء بناء الدروس بالوسائل التقليدية (الشكل رقم 6).

## 6 صعوبات ادماج تكنولوجيا المعلومات والاتصال في مادة علوم الحياة و الارض بالثانوي التأهيلي

من خلال تفرغ الاستمارة تم التوصل الى مجموعة من الصعوبات التي تحول دون ادماج تكنولوجيا المعلومات والاتصال في بناء التعلم يمكن تلخيصها فيما يلي:

- عدم ادراك اهمية توظيف تكنولوجيا المعلومات والاتصال في التعلم رغم التوجيهات الرسمية و الأبحاث المنجزة و التجارب الدولية
- انعدام التكوين الاساس نهائيا بالنسبة للأساتذة (العينة المدروسة) و غياب التكوين المستمر للجميع و القليل ممن تكونوا تكوينا ذاتيا (من بين 40 استاذ و استاذة لم يتلق احدا تكوينا اساسيا و لا تكوينا مستمرا في المجال)

- عدم تجهيز مختبر علوم الحياة و الارض بالوسائل و المعينات الديدانكتيكية الحديثة (حاسوب- مسلاط- انترنت...)
- عدم وجود موارد رقمية متنوعة حيث يتطلب اعداد موارد رقمية خيرة في المجال
- ليس هناك تشجيعا و تحفيزا لتوظيف تكنولوجيا المعلومات و الاتصال في التعليم

## 6.1 سبل تجاوز صعوبات ادماج تكنولوجيا المعلومات و الاتصال في مادة علوم الحياة و الارض لتطوير الاداء المهني

من خلال تفرغ الاستمارة تم التوصل الى مجموعة من الحلول يمكن تلخيصها فيما يلي:

- تعميم التكوين المستمر بالنسبة لجميع الأساتذة و التحسيس بأهمية توظيف تكنولوجيا المعلومات و الاتصالات في بناء التعلّمات
- تجهيز القاعات (بالوسائل الديدانكتيكية عاكس- حاسوب سبورة تفاعلية...)
- توفير موارد رقمية جاهزة بهدف استعمالها
- استعمال الانترنت و الحاسوب و البريد الالكتروني و بعض البرامج في التعلّم لما لهم من أهمية في تجويد العملية التعليمية التعلّمية
- التحسيس بأهمية توظيف التكنولوجيا الحديثة في تجويد التعلّمات و ذلك من خلال توظيف بعض البرامج مثلا Xmind Cmap لرسم الخرائط
- الدهنية و برمجيات photoshop publisher لإنتاج الملصقات, برامج Pinnacle, Studio, PowerPoint لإنتاج مقاطع الفيديو التربوية
- التحسيس بأهمية توظيف التكنولوجيا الحديثة في تحيين المعطيات الرقمية خاصة في مادة علوم الحياة و الارض (تكتونية الصفائح، استهلاك المادة العضوية و تدفق الطاقة، الخير الوراثي، علم الوراثة البشرية، علم المناعة...)
- اعتماد التفويج في حصص الاشغال التطبيقية

## 6.2 أثر استعمال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في تجويد درس علوم الحياة

الجدول رقم 1: معدلات الروائز المستعملة في الدراسة

الفرق بين الاختبارين القبلي والبعدي	معدل الاختبار البعدي	معدل الرائز الاختباري المسبق	المجموعة الضابطة
+0,75	14,40	13,65	المجموعة الضابطة
+4,65	17,85	13,20	المجموعة التجريبية

حسب النتائج نلاحظ تحسن كل من معدل الفهم والتفاعل والحافزية للمجموعة التجريبية بشكل واضح إذ ارتفع المعدل ب4,65 نقطة (الجدول 1) وهذا ما يؤكد تحسّن عملية التعلّم و التعلّم بإدماج هذه التكنولوجيات [8] وكذا تحسّن بيئة التعلّم [9] كما ان ابحاث سابقة اكدت أن دمج الـ TICE بشكل صحيح في التعلّم يمكن أن يحفز التحول النوعي في كل من المحتوى وطرق التدريس، واللذان يعتبران بمثابة الجوهر لعملية إصلاح التعلّم في القرن الواحد والعشرين. وتشير الدراسة التي أجراها [10] إلى أنه في المتوسط، يزداد التحصيل الأكاديمي للتلاميذ الذين يدرسون باستعمال الـ TICE عن أقرانهم ممن لا يستخدمونها. كما أنهم يستغرقون وقتاً أقل في التعلّم ويظهرون ارتباطاً شعورياً، قويا وإيجابيا بفصولهم. وقد أيدت الدراسة التي أجراها [11]، مستعينين بالنتائج الدولية لاختبار PISA، هذه النتائج. وقد أوعز بعض الباحثين ذلك إلى أن استخدام المتعلمين لـ TICE يزيد من دافعية التعلّم لديهم مما يزيد من الزمن الذي يقضيه التلميذ في ممارسة التعلّم خارج الفصل، وبالتالي ارتفاع المستوى الأكاديمي له في ظل نمو ملحوظ لمهارات التعلّم الذاتي ومهارات التواصل. [8] إذن يمكن القول عموماً توظيف تكنولوجيا المعلومات والاتصال مفتاح أساسي لتجويد تعلم درس علوم الحياة.

## 7 توصيات الدراسة

بعد تحليل نتائج الدراسة، ومن اجل المساهمة في رفع نسبة توظيف تكنولوجيا الإعلام والاتصال وادماجها لتجويد دروس علوم الحياة نقترح التوصيات التالية:

- إرفاق الكتاب المدرسي بقرص للموارد الرقمية.
- تحفيز الأساتذة على توظيف تكنولوجيا الإعلام والاتصال في التعلّم والتعلّم.
- تعميم تكوين جميع الأساتذة بخصوص إدماج تكنولوجيا الإعلام والاتصال في التعلّم والتعلّم.

## 8 خاتمة

رغم المجهودات التي قامت بها الوزارة الوصية من خلال إطلاق مشروع جيني عبر مرحلتين، ومن خلال تجهيز مجموعة من القاعات بالمعدات الرقمية. إلا أن واقع الحال يبين أن وتيرة توظيف تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في المدرسة المغربية لازالت بطيئة رغم أهميتها القصوى. فلا يمكن تصور نجاح العملية التعليمية التعلّمية خلال الألفية الثالثة إلا بإدماج التكنولوجيا الحديثة في التعلّم والتعلّم مساندة لمفهوم المغرب الرقمي.

REFERENCES

المراجع

- [1] التوجيهات الرسمة لمادة علوم الحياة والارض.
- [2] L'utilisation des TICE dans l'enseignement des SVT a multiplié les possibilités pédagogiques permettant d'aborder les concepts et connaissances de cette discipline scientifique  
<http://crdp.ac-bordeaux.fr/sciences/reforme/svt/tice53.asp>
- [3] دفاثر التربية و التكوين – عدد3-صفحة89.
- [4] الميثاق الوطني للتربية والتكوين، اللجنة الخاصة بالتربية والتكوين 1999 المملكة المغربية.
- [5] البرنامج الاستعجالي 2009-2012 وزارة التربية الوطنية والتعليم العالي وتكوين الأطر والبحث العلمي، المملكة المغربية.
- [6] من أجل مدرسة الإنصاف والجودة والارتقاء: الرؤية استراتيجية لإصلاح 2015 - 2030 ،المجلس الأعلى للتربية والتكوين والبحث العلمي.
- [7] الدليل البيداغوجي العام لإدماج تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في التعليم، المختبر الوطني للموارد الرقمية، شتنبر2014.
- [8] Bello, G.A., Oludele, L.Y. and Ademiluyi, A.B. (2018) 'IMPACT OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY ON TEACHING AND LEARNING', Nigerian Journal of Business Education (NIGJBED), 3 (1), pp. 201-209.
- [9] Voogt, J., Knezek, G., Christensen, R., Lai, K.W., Pratt, K., Albion, P., Tondeur, J., Webb, M., Ifenthaler, D. and Gibson, D.G. The International Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education: Part 2. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE)
- [10] kulik, J. A. (1994). "Meta-analysis Study of Findings on Computer-based Instruction". *Technology Assessment in Education and Training*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum
- [11] Fuchs, T. and Woessmann, I. (2004). "Computers and Student Learning: Bivariate and Multivariate Evidence on the Availability and Use of Computers at Home and at School", *CESifo Working Paper*. No. 1321. November. Munich.

## L'efficacité clinique de la thérapie cognitivo-comportementale dans la gestion des troubles temporo-mandibulaires : Revue systématique de la littérature

### [ The clinical effectiveness of cognitive behavioral therapy in the management of temporomandibular disorders: Systematic review of the literature ]

B. Mbarki<sup>1</sup>, I. Boujoual<sup>1</sup>, B. Ouallal<sup>1</sup>, and A. Andoh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Département de prothèse fixée, Faculté de Médecine dentaire, Université Hassan II, Casablanca, Morocco

<sup>2</sup>Département de BMF, Faculté de Médecine dentaire, Université Hassan II, Casablanca, Morocco

Copyright © 2020 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:** Cognitive Behavioral Therapy (CBT), represents today the psychotherapeutic current most widely validated by the methods of Evidence Based Medicine. The aim of this work is to evaluate the clinical efficacy of this therapy in the management of temporomandibular disorders, which are pathologies of multifactorial origin, in which the psychic factor plays an important role.

The collection of data from the scientific literature was carried out among the scientific production published during the period from 2004 to 2019 through research on the PubMed database.

Articles published and meeting the eligibility criteria were identified after reading their titles and abstracts by 3 readers.

A manual search covering the same period was conducted to expand the bibliography.

Through this systematic review, we can abstract the following conclusions:

- Temporomandibular joint disorders are pathologies with various origins, in which the psychic factor plays an important role in the appearance and maintenance of the disorder, as well as during treatment.

- In front of this pathology which is multifactorial, medical care must address all of the elements responsible of the disorder.

- The treatment plan must be adapted to each patient, promoting the non-invasive conservative therapeutic means (drug treatments, occlusal splints).

- The combination of the standard conservative therapy with Cognitive Behavioral Therapy (CBT), which is a psychotherapy that focuses on the patient's wrong and negative thoughts and beliefs, allows to increase the effectiveness of treatment, accelerates healing and prevents relapse.

- Further studies are needed, with a longer observation period and a large sample size. In order to make a better analysis of this effectiveness, not only on temporomandibular joint disorders, but also for the various oral and dental pathologies which are related to the psychology of the patients. In addition, the oral cavity represents an organ with high psychological importance, and the dentist must today know how to approach a patient as a globality for a better care.

**KEYWORDS:** clinical efficacy, therapy, cognitive behavioral, disorder, temporomandibular.

**RESUME:** La thérapie cognitivo-comportementale (TCC), représente aujourd'hui le courant psychothérapeutique le plus largement validé par les méthodes de l'*Evidence Based Médecine*. L'objectif de ce travail est d'évaluer l'efficacité clinique de cette thérapie dans la gestion des troubles temporo-mandibulaires, qui sont des pathologies d'origine multifactorielle, dont le facteur psychique joue un rôle important. La collection des données a été effectuée via PubMed.

A travers cette revue systématique, il nous est possible de dégager les conclusions suivantes:

- Les troubles d'articulation temporo-mandibulaires sont des pathologies d'origines diverses, dont le facteur psychique joue un rôle important.

- Le plan du traitement doit être adapté à chaque patient, tout en favorisant des moyens thérapeutiques conservateurs non invasifs  
- L'association du traitement conservateur standard avec La TCC qui est une psychothérapie centrée sur les pensées et les croyances erronées et négatives du patient, permet d'augmenter l'efficacité du traitement, d'accélérer la guérison et de prévenir les rechutes.

**MOTS-CLEFS:** efficacité clinique, thérapie, cognitivo-comportementale, trouble, temporo-mandibulaire.

## 1 INTRODUCTION

La thérapie cognitivo-comportementale (TCC) est une approche psychologique structurée, limitée dans le temps, centrée sur la façon de faire face aux difficultés rencontrées dans la réalité quotidienne par la prise de conscience et la modification des pensées dysfonctionnelles et inadaptées. C'est une thérapie brève, validée scientifiquement qui porte sur les interactions entre pensées, émotions et comportements [1].

Elle regroupe:

- Le courant comportementaliste qui s'intéresse au comportement.
- Le courant cognitif qui intervient sur les croyances et les représentations.

Le développement des thérapies comportementales puis cognitives s'est effectué d'abord dans les pays anglo-saxons et de l'Europe du Nord, au début des années 1960, Elles ont essaimé ensuite dans l'ensemble des pays développés. Elle a fait l'objet de multiples recherches et elle s'est rapidement répandue au point où c'est actuellement une des formes de thérapie les plus connues et les plus utilisées dans le monde entier [1].

Le principe premier de la thérapie consiste sur le fait que le monde extérieur n'est pas la cause de nos émotions et de notre humeur, mais seulement la représentation que l'on en a et les pensées qui nous traversent.

Les émotions des êtres humains résultent avant tout de leurs interprétations (pensées, perceptions, conceptions) plutôt que des événements [2].

La TCC implique une véritable collaboration entre deux partenaires actifs, le patient et le thérapeute. Le traitement dure en général quelque mois, à raison d'une séance hebdomadaire et d'exercices à réaliser entre les séances. Le duo Patient et thérapeute définissent ensemble la nature du problème et les buts à atteindre dans la thérapie. Elle aide la personne à mieux comprendre les schémas de pensées négatives à l'origine de comportement inadaptés qui peuvent être source de détresse psychique.

L'efficacité de cette thérapie a été démontrée dans le traitement des patients souffrant de troubles dépressifs et anxieux par l'amélioration de leurs qualités de vie [3].

La TCC traite les symptômes des patients à l'aide d'exercices pratiques basés sur le comportement, les pensées et les émotions du patient:

- **Les exercices comportementaux:** visent un apprentissage de nouveaux comportements tels que l'affirmation de soi.
- **Les exercices cognitifs:** ciblent les pensées inadaptées et irréalistes en apprenant à les modifier, à construire et à stabiliser de nouvelles façons de penser plus adaptées.
- **Les exercices émotionnels:** développent l'acceptation et la conscience des différentes émotions pour apprendre à mieux les réguler.
- **Les exercices corporels:** permettent d'apprendre à se détendre physiquement et psychologiquement.

Parmi les techniques utilisées lors des séances de la TCC: la relaxation, la respiration, le biofeedback, le yoga, la confiance en soi, la distraction, et la gestion du stress.

### LA DUREE D'UNE TCC

Il s'agit de thérapies brèves allant généralement de quelques semaines à quelques mois. La durée des séances est de 30 min à 1h en thérapie individuelle, et de 1h à 2h30 en groupe, à raison d'une à deux séances par semaine.

## LES THERAPEUTES

La formation universitaire qui permet de pratiquer les TCC dure 2 à 3 ans. Elle s'adresse tant à des psychiatres, qu'à des médecins généralistes, des psychologues, des infirmiers, des orthophonistes, des psychomotriciens ou des éducateurs spécialisés.

La TCC représente aujourd'hui le courant psychothérapique le plus largement validé par les méthodes de *Evidence Based Médecine*, autrement dit par les approches scientifiques [4]. Son large champ d'application touche à plusieurs domaines d'indications en médecine, comme les troubles d'articulation temporo-mandibulaires auxquels nous nous intéressons.

En effet, « Les désordres temporo-mandibulaires » est un terme regroupant les dysfonctions des muscles masticateurs ainsi que celles des articulations temporo-mandibulaires, ce sont des pathologies complexes largement répandues, dont les troubles occasionnés rendent la vie des patients pénible, voire parfois insupportable [5].

Ces troubles temporo-mandibulaires sont des pathologies d'origines multifactorielles. Costen (1934) avait en premier lieu établi un lien de causalité entre l'occlusion, plus particulièrement la perte de calage postérieur, et l'apparition de ces pathologies [6]. Actuellement ceci n'est plus accepté, car ce lien de causalité n'est pas fondé scientifiquement. En effet il a été reconnu que d'autres facteurs, d'ordre comportementaux, psychologiques, biologiques, mécaniques, squelettiques et posturaux pouvaient aussi prédisposer, déclencher ou entretenir la dysfonction temporo-mandibulaire. Donc, les facteurs comportementaux et psychologiques jouent un rôle très important dans l'apparition et le maintien de ces troubles.

Si les objectifs habituels du traitement des troubles temporo-mandibulaires comportent la restauration de l'anatomie et de la fonction pour obtenir la disparition des symptômes, à l'heure actuelle la prise en charge de cette pathologie est essentiellement palliative en cherchant à favoriser l'adaptation fonctionnelle neuro-musculaire et articulaire.

Plusieurs moyens sont utilisés dans la prise en charge de ces troubles parmi lesquelles: les traitements médicamenteux, les dispositifs inter-occlusaux, la physiothérapie, la rééducation fonctionnelle, la psychothérapie et la thérapie cognitivo-comportementale.

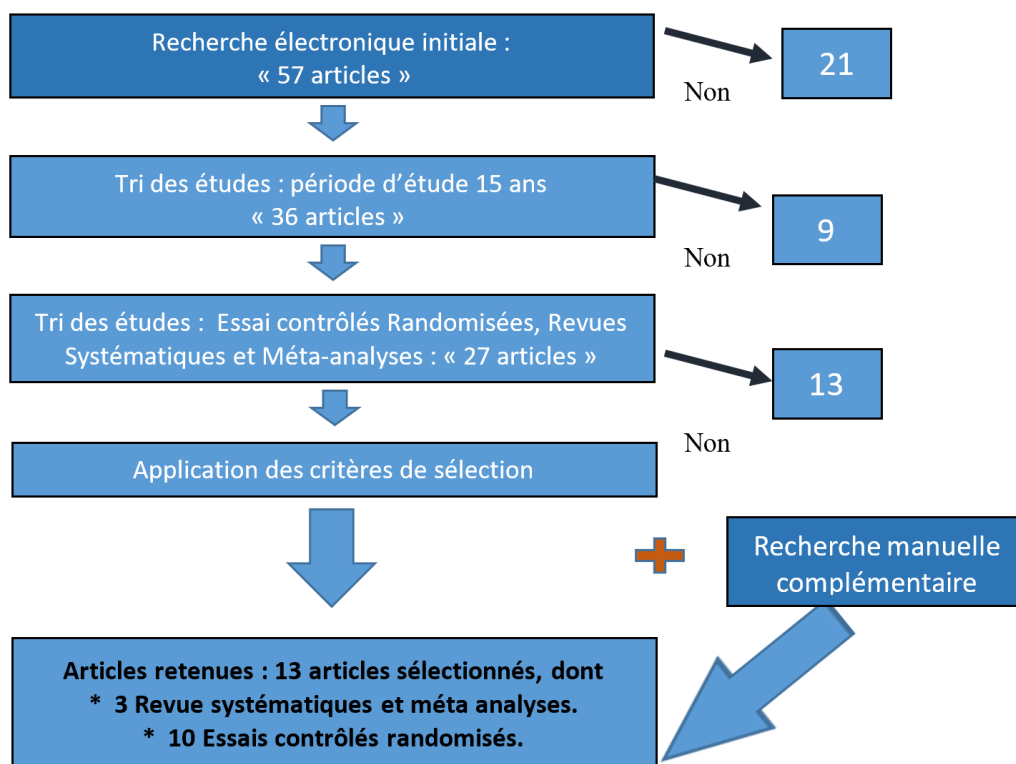
Cette revue systématique a pour objectif d'étudier l'efficacité clinique de la thérapie cognitivo-comportementale dans la gestion des troubles temporo-mandibulaires.

## 2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

La collection des données de la littérature scientifique a été effectuée parmi la production scientifique apparue durant la période allant de 2004 à 2019.

Les articles portent sur l'efficacité de la thérapie cognitivo-comportementale dans la gestion des troubles temporo-mandibulaires, publiés entre 2004 et fin septembre 2019, par une recherche sur la base de données MEDLINE à travers son moteur de recherche PubMed.

- Les mots-clés utilisés étaient des [Mesh terms]:
  - Temporomandibular joint disorders
  - Cognitive behavioral therapy
- L'équation booléenne choisies dans notre recherche électronique:
  - "temporomandibular joint Disorders" [Mesh] AND "cognitive behavioral therapy " [Mesh]



**Diagramme de flux**

## 2.1 CRITERE D'ADMISSIBILITE

### 2.1.1 CRITERES D'INCLUSION

- Sujet: Des études et publications traitant l'efficacité de la thérapie cognitivo-comportementale dans la gestion des troubles temporo-mandibulaires.
- Type d'articles: Des essais contrôlés randomisés (Randomised Controlled Trial = RCT), des Revues Systématiques et Méta-Analyses.

### 2.1.2 CRITERES D'EXCLUSION

- Les études traitant des patients par une association entre la TCC et les antidépresseurs.
- Les études financées par des fabricants (conflit d'intérêt).
- Les études menées sur des animaux.
- Les études de cas (Case report).

## 3 RÉSULTATS

Nous sommes parvenus à réaliser un état des lieux critique de la littérature analysée, afin de synthétiser ces résultats nous les avons catégorisés selon la description de l'étude, les outils de mesure, et ensuite les résultats obtenus et ce pour chaque article à part

- **Les résultats obtenus par Maité Ferrando et coll [7]**

Différence significative entre les 2 groupes, le groupe expérimental présente une amélioration plus élevée sur les différentes variables évaluées.

Après 3 mois du traitement, le groupe expérimental présente une réduction significative par rapport au groupe de contrôle au niveau de: la fréquence de la douleur, l'intensité et la sévérité de la douleur, l'indice subjectif de la douleur et la détresse émotionnelle.

- **Les résultats obtenus par Mark D.Litt et coll. (2010) [8]**

La diminution de la douleur au fil du temps est plus marquée pour le groupe traité par l'association de la TCC avec le traitement standard.

La somatisation, l'auto-efficacité et la volonté de s'engager dans le traitement, sont apparus comme des modérateurs importants pour la réussite du traitement.

Le traitement standard peut entraîner des réductions significatives de la douleur, de l'interférence du trouble avec les activités de vie et des symptômes dépressifs chez les personnes souffrant de troubles temporo-mandibulaires.

L'ajout de de la thérapie cognitivo-comportementale augmente l'efficacité du traitement, en particulier pour les personnes à:

- **Faible taux de somatisation** (les patients avec des plaintes de douleur chronique qui ont un score élevé sur la somatisation ont tendance de signaler une douleur plus diffuse, plus sévère et plus difficile à localiser et à traiter).
- **Haut degré de volonté de s'engager dans le traitement** (les patients qui étaient plus prêts et motivés pour le traitement).
- **Haut degré d'efficacité personnelle** (plus confiants à propos de leur capacité à gérer leur douleur) [8].

- **Les résultats obtenus par Mark D.Litt et coll. (2013) [9].** Même protocole que l'étude de 2010

Les résultats ont indiqué que les non-répondants au traitement représentent 16% de l'échantillon.

Les non répondants au traitement présente un degré élevé de la somatisation par rapport aux autres classes.

L'ajout de la TCC au traitement standard peut être utile pour ce groupe dans le but de réduire la somatisation, qui est un facteur psychique qui influence les résultats du traitement [9].

- **Les résultats obtenus par Mark D.Litt et coll (2009) [10]**

L'évaluation de la douleur momentanée chez les deux groupes après la fin du traitement a montré une diminution plus importante de la douleur pour le groupe traité par l'association de la TCC avec le traitement standard.

L'ajout de la TCC au traitement standard a entraîné une forte augmentation de la capacité d'adaptation cognitive, et une diminution de la catastrophisation de la douleur chez les participants après le traitement.

Les résultats suggèrent que le traitement de la douleur liée aux troubles d'ATM par l'association de la TCC avec le traitement standard, peut aider les patients à modifier leurs comportements d'adaptation, et ces changements se traduisent par une amélioration des résultats [10].

Pas de Différence significative entre les 2 groupes.

Le groupe traité par l'association de la TCC avec le traitement habituel présente une amélioration au niveau de la limitation de l'ouverture buccale et les interférences du trouble avec les activités de vie des participants.

- **Les résultats obtenus par Shedden et coll (2006) [11]**

Le but de l'étude vise à étudier l'efficacité de la TCC avec le biofeedback comparé à un traitement dentaire (une gouttière occlusale), pour des patients atteints des troubles temporo-mandibulaires chroniques. Les deux traitements ont entraîné une réduction significative de l'intensité et l'invalidité liée à la douleur. Les résultats montrent une amélioration cliniquement significative, indiquant que les patients ont bien réagi aux deux traitements.

Les patients du groupe traité par la TCC et le Biofeedback (BFB) ont montré des améliorations significativement plus grandes dans les capacités d'adaptation avec la douleur par rapport au deuxième groupe. Les effets étaient stables sur six mois et tend à être plus important dans le groupe TCC-BFB.

Les deux traitements peuvent être considérés comme réussies. Le fait que le traitement par TCC-BFB a entraîné des améliorations plus importantes dans la maîtrise et l'adaptation avec la douleur, également-il a été bien accepté par les patients,

souligne l'importance et la faisabilité des traitements psychologiques dans la gestion clinique des troubles temporo-mandibulaires [11].

- **Les résultats obtenus par Turner et coll (2006) [12]**

L'évaluation électronique quotidienne pendant la période du traitement a permis de montrer le rôle d'une brève thérapie cognitivo-comportementale dans la diminution de la catastrophisation du trouble [12].

- **Les résultats obtenus par Turner et coll (2006) [13]**

Présence d'une différence significative entre les deux groupes.

Le groupe de la TCC a montré une amélioration significativement plus grande à travers les suivis de chaque variable.

À 12 mois après le traitement :

- La proportion des patients n'ayant signalé aucune interférence du trouble avec Les activités de vie, était presque trois fois plus élevé dans le groupe de la TCC (35%) que dans le groupe de l'éducation (13%).
- La proportion des participants avec un score de 0 au niveau de la catastrophisation du trouble, était sept fois plus élevé dans la TCC (29%) que dans l'autre groupe (4%).

Durant toutes les périodes d'évaluation, la diminution de l'intensité de la douleur, la dépression et la limitation d'ouverture buccale était plus importante pour le groupe de la TCC.

L'ajout d'une brève thérapie cognitivo-comportementale au traitement conservateur standard pour les patients souffrant des troubles d'ATM, permet d'améliorer les résultats obtenus d'une manière plus importante à court et à long terme [13].

- **Résultats de l'étude de Gatchel et coll.2006 [14]**

Différence significative entre les deux groupes, le groupe d'intervention présente une amélioration plus élevée sur les différentes variables évaluées, la diminution de l'intensité de la douleur et la diminution du taux de la dépression est plus marquée pour ce groupe.

Après une année, les participants du deuxième groupe sont devenus 12,5 fois plus susceptibles d'avoir un trouble somatoforme, et 7 fois plus susceptibles d'avoir un trouble d'anxiété par rapport au groupe d'intervention

L'utilisation des soins de santé pour soulager la douleur liée à l'ATM est plus importante chez le 2ème groupe.

Les sujets initialement classés en haut risque d'avoir un trouble chronique et qui étaient dans le groupe d'intervention, sont cinq fois plus susceptibles d'être reclassés comme un risque réduit, par rapport aux sujets de haut risque qui étaient dans le 2ème groupe.

Une intervention précoce chez les patients présentant des douleurs aiguës au niveau de l'ATM, peut prévenir la chronicité de ce trouble en utilisant la thérapie cognitivo-comportementale et le biofeedback [14].

Le but de l'étude était d'analyser les dépenses des patients atteints des troubles d'ATM, qui avaient reçu une intervention biopsychosociale (TCC et Biofeedback) dans la phase aiguë du trouble, par rapport aux dépenses des patients qui n'ont pas reçu cette intervention.

- **Résultats de l'étude de Gatchel et coll.2007 [15]**

Une différence significative entre les deux groupes, le groupe d'intervention présente une amélioration plus élevée au niveau de l'intensité de la douleur et la dépression.

Une intervention précoce par la thérapie cognitivo comportementale pour les troubles d'ATM, ne représente pas uniquement un traitement efficace sur le plan thérapeutique, mais également sur le plan économique, en particulier lorsqu'elle est utilisée dans la phase aiguë.

Les sujets qui ont reçu les six sessions d'intervention précoce non invasive, ont réduit les coûts des soins de santé liés à l'ATM pendant une année (131,67 \$) d'une manière significative par rapport à l'autre groupe qui ont dépensé plus d'argent (433,75\$) [15].

- **Les résultats obtenus par Estrella Durà-Ferrandis et coll [16]**

Le but de l'étude était de confirmer les mécanismes de la thérapie cognitivo-comportementale dans le traitement de la douleur chronique, à l'aide de la modélisation par équation structurelle chez les patients atteints des troubles temporo-mandibulaires.

La modélisation par équation structurelle est une méthodologie statistique qui représente un ensemble de procédures, telle que la régression multiple, l'analyse factorielle et l'analyse de covariance, elle a été utilisée par l'auteur pour tester si l'effet de la TCC sur les patients était médié par des variables spécifiques.

Les résultats montrent que les effets positifs dans: l'intensité de la douleur, la fréquence de l'automédication, les interférences de la douleur et les points douloureux sous la pression, observée dans le groupe expérimental recevant la TCC est significativement médiée par des variables spécifiques, comme la détresse, la catastrophisation, les stratégies d'adaptation.

Les résultats obtenus confirment que l'effet du traitement par la TCC sur l'intensité de la douleur a été partiellement médiée par: la détresse, la catastrophisation, Le contrôle perçu, la distraction et la maîtrise de soi [16].

#### 4 DISCUSSION

La littérature scientifique est un peu pauvre en matière de recherches valides concernant l'efficacité de la thérapie cognitivo-comportementale dans la gestion des troubles temporo-mandibulaires. En effet sur une période de 15 ans de 2004 à 2019 nous n'avons trouvé que 13 articles originaux abordant l'effet de la TCC dans le traitement des troubles de l'ATM. Nous avons même eu le cas des études menée par la même équipe et ayant exploité la même population.

Nous les avons gardées toutes vu que quelques paramètres étudiés sont différents dans chaque article.

Un seul article sur dix a donné des résultats qualitatifs, alors que les autres articles ont donné des résultats quantitatifs.

Parmi les limites de cette étude, nous avons la différence des paramètres étudiés et des variables mesurées entre les différents essais ce qui complique la comparaison des paramètres.

En effet, pour mesurer l'intensité de la douleur chez les participants, certains auteurs ont utilisé l'Inventaire Multidimensionnel de la Douleur (IMD), alors que d'autres ont utilisé l'échelle de Von Korff.

Pour mesurer la dépression:

- 4 études ont utilisé l'échelle d'évaluation de la Dépression du Centre d'Etudes Epidémiologiques (CES-D).
- 2 études ont utilisé l'Inventaire Bref des Symptômes (le BSI).
- 3 études ont utilisé l'Inventaire de Dépression de Beck (BDI).

Concernant le sexe, les femmes sont prédominantes dans toutes les études avec un pourcentage de 84,5% ce qui pourrait être expliqué par l'effet des troubles hormonaux sur l'apparition des désordres temporo-mandibulaires.

En terme d'âge moyen des populations des études, il se situe entre 35,3 ans (Shedden et coll) et 41 ans (Mark D. Litt et coll).

Dans notre thèse, nous essaierons d'évaluer l'efficacité de la TCC dans la gestion des troubles temporo-mandibulaires et ce en discutant les résultats des essais contrôlés randomisés aux revues systématiques et méta-analyses publiées de 2004 à 2019.

- **Concernant le type d'intervention**

7 études ont utilisé comme traitement: la TCC en association avec le traitement conservateur standard (une gouttière occlusale, des anti-inflammatoires non stéroïdiens, des relaxants musculaires, régime alimentaire doux).

3 études ont utilisé comme traitement uniquement la thérapie cognitivo-comportementale avec le biofeedback.

- **Concernant la durée du traitement par la TCC**

*Tableau 1. La durée du traitement par la TCC dans les essais*

Les études	La durée du traitement par la TCC
2 études	10 semaines
3 études	8 semaines
3 études	6 semaines
2 études	6 sessions sans préciser le nombre des semaines

Dans 7 études; la TCC est délivrée par un psychologue, alors que dans les trois autres elle est délivrée par un thérapeute avec un niveau master et 2 ans d'expérience dans la TCC.

Ces résultats montrent que pour pratiquer cette thérapie une formation universitaire est nécessaire.

- **Concernant l'effet du traitement sur La douleur**

Dans le but de chercher l'effet de la TCC sur les patients qui présentent des douleurs liées aux troubles de l'ATM, les auteurs ont utilisé des différentes techniques lors des séances du traitement. Mark D.Litt et coll, Turner et coll et Maité Ferrando et coll dans leurs essais, ont visé de mettre à la disposition des patients des outils; comme la relaxation, la restructuration cognitive, la gestion du stress et les techniques d'imagination et de distraction. L'objectif était d'aider les patients à modifier les habitudes, les comportements et les modèles de style de vie mal adaptés contribuant à l'entretien de la douleur, par le changement de l'interprétation et les pensées négatives qui influencent le trouble.

L'ensemble des études qui ont traité les patients en ajoutant la TCC au traitement conservateur standard ont conclu que cette association permet d'augmenter l'efficacité et d'améliorer les résultats, en diminuant d'une manière plus importante l'intensité de la douleur à moyen et à long terme par rapport à l'utilisation du traitement conservateur standard tout seul.

Pour ce qui de la littérature, la revue systématique d'Aggarwal et coll. (2011), et celle de Randhawa Kristi et coll. (2016), ont conclu que la TCC comme traitement non invasif peut aider les patients présentant des troubles d'ATM à diminuer la douleur. Tandis que Liu et coll. (2012), étaient incapables de déterminer l'efficacité de la TCC dans la gestion des troubles d'ATM [17]., [18].

Ces résultats semblent en accord avec l'**AAPO** (American Academy of Orofacial Pain), qui considère que la douleur orofaciale et la douleur chronique peuvent être amplifiées par la psychologie et les troubles de comportements, ce qui peut influencer le traitement. **(2)**

Telle que définie par l'association internationale pour l'étude de la douleur (**IASP**), «la douleur est une expérience sensorielle et émotionnelle désagréable, associée à une lésion tissulaire réelle ou potentielle, ou décrite dans des termes évoquant une telle lésion». **(11)** C'est un phénomène subjectif fréquemment rapporté lors de l'expérience d'une maladie, il est complexe, pluridimensionnel comportant quatre composantes:

- **La composante sensori-discriminative:** elle correspond à l'ensemble des mécanismes neurophysiologiques aboutissant au décodage de la douleur.
- **La composante affectivo-émotionnelle:** elle représente la tonalité de la douleur et son caractère désagréable, pénible ou insupportable.
- **La composante cognitive:** c'est l'ensemble des processus mentaux susceptibles d'influencer ou de moduler la perception de la douleur.
- **La composante comportementale:** elle englobe le mode d'expression, qui est très riche et varié avec des manifestations somatiques (sueurs, palpitations, hypertension artérielle ...), verbales (plaintes, gémissements ...) et non verbales (la posture ou la mimique ...).

Néanmoins, la thérapie cognitivo-comportementale est un traitement qui exige au patient de collaborer activement avec le thérapeute, de réaliser des devoirs et de pratiquer des différentes techniques à l'extérieur des séances, ce qui nécessite une bonne alliance avec le thérapeute et une forte implication de la part du patient. La qualité de cette alliance dépend de la motivation au changement et de la façon dont le thérapeute et le patient s'accordent sur les tâches et les objectifs du traitement.

L'étude de Mark D.litt et coll. (2010) a montré que la volonté de s'engager dans le traitement est l'un des facteurs influençant l'efficacité de l'association de la TCC avec le traitement conservateur standard. Cette motivation influence le niveau d'engagement du patient dans les différents objectifs et tâches du traitement. Elle a également un impact direct sur la présence aux rencontres de la thérapie et le respect des différentes tâches à effectuer.

Selon Mark D.litt et coll (18), les patients qui ont présenté un haut degré de motivation pour recevoir le traitement, ont diminué l'intensité de la douleur d'une manière plus importante par rapport aux patients moins motivé. Cela montre que l'alliance thérapeutique constitue un facteur clé dans la réussite de la TCC.

Concernant la catastrophisation et la somatisation, les études de Turner et coll (24,25), Mark D.Litt et coll (20), Shedden Mora et coll (23), et Maité Ferrando et coll (17), ont conclu que l'utilisation de la TCC dans le traitement des troubles d'ATM, permet une diminution importante de la catastrophisation de la douleur par les patients, ce qui améliore l'efficacité de la prise en charge du patient, en éliminant sa focalisation sur la douleur liée au trouble.

D'après Lipowski, la somatisation est une tendance à ressentir et à exprimer des symptômes somatiques dont ne rend pas compte une pathologie organique, à les attribuer à une maladie physique et à rechercher dans ce contexte une aide médicale. Ce processus intervient en réponse à un stress psychosocial ou une souffrance psychologique

Alors que le catastrophisme, ou la dramatisation, est une réponse cognitive et affective qui repose sur une expression inadéquate de la douleur. Elle se caractérise par une focalisation exclusive du patient sur les aspects aversifs et négatifs de son expérience douloureuse, ce qui peut entraîner une amplification de l'intensité de la douleur, des comportements douloureux, et de la détresse émotionnelle [19].

À ce titre Johan Vlaeyen, suggère qu'il y a deux réponses comportementales différentes à la douleur: l'affrontement et l'évitement.

Si la douleur, causée par une lésion ou un effort, est interprétée par le patient comme menaçante (catastrophisme), la peur liée à cette douleur progresse. Cela conduit à un évitement/échappement, suivi d'une incapacité, d'un abandon et d'une dépression, responsables d'une persistance des expériences douloureuses et donc d'un cercle vicieux de peur et d'évitement croissants. En l'absence de catastrophisme, il n'existe pas de peur liée à la douleur et les patients affrontent rapidement les activités quotidiennes, ce qui les mène à une guérison rapide [17].

Nous notons qu'aucune étude n'a dépassé une année de suivi, ce qui peut constituer un biais de recueil des données. Sachant que les troubles d'articulation temporo-mandibulaires sont des pathologies qui peuvent être à caractère chronique et que leur traitement nécessite un suivi de longue durée, ce qui met le point sur la nécessité de réaliser d'autres essais contrôlés randomisés avec une durée de suivi plus longue.

- **Concernant l'effet du traitement sur la dépression chez les patients avec des troubles d'ATM**

Tous les essais qui ont mesuré la dépression des patients avant et après le traitement, ont trouvé que le groupe traité par la TCC présente une diminution plus importante de la dépression. De plus les revues systématiques réalisées par Aggarwal et coll. (2011), et Randhawa Kristi et coll. (2016), affirment que l'utilisation de la TCC dans le traitement des troubles de l'ATM permet de réduire la dépression des patients ce qui augmente l'efficacité de la prise en charge globale.

En outre, tous les auteurs qui ont mesuré les interférences du trouble de l'ATM avec les activités de vie des patients avant et après le traitement ont conclu que l'association de la TCC avec le traitement standard permet une diminution plus importante par rapport à l'utilisation du traitement standard tout seul.

Cela peut être expliqué par l'effet de la restructuration cognitive, ce principe qui comprend la notion essentielle que la pensée précède l'émotion. Par conséquent, selon la façon de percevoir le trouble, le patient pourra se sentir triste, agressive, anxieux ou déprimé.

La séquence est donc:

Le trouble de l'ATM → Pensées du patient (automatiques) → émotions

Ces pensées automatiques proviennent de schémas cognitifs propres à chaque individu, constitués au cours de l'enfance et de différentes expériences de vie. Ces schémas constituent un filtre à travers lequel chaque individu perçoit ce qui lui arrive. Lorsque ces pensées sont dysfonctionnelles, elles vont entraîner des émotions dysfonctionnelles comme la dépression [2].

Selon Gola (2002), l'anxiété, le stress et autres troubles psychiques comme la dépression agiraient comme catalyseur des dysfonctions, en abaissant le seuil de résistance de l'appareil manducateur et en aggravant la contracture musculaire. Ainsi les

patients souffrant de ces troubles présentent souvent un tableau stressé, anxieux voire dépressif, il s'agit d'un véritable cercle vicieux, où le stress aggrave la douleur, et la douleur chronique est une source significative de stress.

En intervenant au niveau de ses pensées, le patient sera à même de modifier l'intensité, la fréquence ou même l'émotion dysfonctionnelle.

Le travail de la restructuration cognitive comporte 3 étapes principales:

1. L'identification des pensées automatiques.
2. La réévaluation cognitive par le «questionnement socratique»: questionner les pensées automatiques pour vérifier jusqu'à quel point elles sont vraies, réalistes ou adaptées.
3. Le remplacement des pensées irréalistes par des pensées réalistes et constructives [2].

Nous pouvons déduire que la dépression n'est pas causée par le trouble en lui-même, mais par les pensées et les schémas mentaux que le patient emploie pour l'interpréter. C'est donc en apprenant à travailler sur ses cognitions qu'il pourra sortir de sa dépression. Et dans le but d'atteindre cet objectif la TCC représente un très bon outil lors de la prise en charge.

Gatchel et coll. (2006), et Shedden Mora et coll. (2013), ont ajouté le biofeedback lors des séances de la TCC. L'hypertonie musculaire étant considérée par les comportementalistes, comme une des manifestations neurovégétatives les plus constantes des états de tension anxieuse continue, ont jugé efficace l'utilisation de cette technique pour aider les patients à acquérir un contrôle volontaire sur certaines activités biologiques.

Elle consiste à mesurer, à l'aide d'appareils simples, certaines fonctions organiques comme la fréquence cardiaque, la pression artérielle, la température, la transpiration et la tension musculaire. Avec le temps, le biofeedback peut aider les patients à mieux maîtriser ces fonctions et à atténuer les symptômes de douleur ou de stress.

Les deux auteurs ont utilisé l'électromyogramme (EMG) lors du traitement, qui est une méthode d'électrothérapie souvent utilisée pour la réadaptation musculaire. Elle permet au patient de mieux maîtriser l'action de ses muscles en lui permettant de découvrir l'activité électrique qui est détectée par des électrodes placées sur les muscles (frontal, masséter et temporal). Ces électrodes captent l'électricité produite lorsque les fibres musculaires du patient se dépolarisent. Grâce à cela, le patient constate l'activité électromyographique de son muscle en entendant ou en voyant un signal sonore ou visuel, et ainsi moduler son activité musculaire.

Le but de cette association entre la TCC et le biofeedback était de réduire les parafunctions orales et la tension musculaire de la mâchoire. Shedden Mora et coll., ont montré que ce traitement a permis aux patients présentant des troubles de l'ATM une meilleure adaptation avec la douleur par rapport à un traitement par gouttière occlusale uniquement.

D'un autre côté, Gatchel et coll., ayant observé deux groupes sur une durée d'une année, ont enregistré qu'une intervention précoce par la TCC et le biofeedback pendant la phase aiguë, permet de prévenir la chronicité des troubles d'ATM, ainsi que cette intervention aide les patients à diminuer les coûts des traitements liés à ce trouble, ce qui peut constituer un très bon moyen de prévention.

Pour ce qui est de la littérature, Aggarwal et coll. (2011), ont conclu dans leur revue systématique que l'utilisation du biofeedback lors des séances de la TCC pour traiter les troubles de l'ATM, donne des améliorations à long terme au niveau de la douleur et la dépression, et que d'autres essais sont nécessaires pour montrer l'efficacité de cette association. Randhawa Kristi et coll. (2016), ont également trouvé qu'une approche biopsychosociale comportant la TCC et le biofeedback sont des options thérapeutiques qui peuvent être bénéfiques pour les patients souffrant des troubles d'ATM.

A la lumière de cette discussion on peut confirmer que notre revue présente des limites en rapport avec le nombre d'articles valides traitant « l'efficacité de la TCC pour les troubles d'ATM », publiés sur une période de 15 ans, ainsi que la variabilité des outils de mesures utilisés dans les études. A cela s'ajoute la petite taille des échantillons qui était affecté par l'abandon ou la déperdition des patients pendant les étapes d'étude. Parmi les limites également; la durée de suivi des patients qui n'était pas très longue.

Malgré l'hétérogénéité des études retrouvées, et la présence de certaines limites. Notre revue permet de montrer l'importance du volet psychologique qui est souvent négligé par les praticiens lors de la prise en charge des patients souffrant des troubles temporo-mandibulaires, qui sont des pathologies liées à l'interaction de facteurs multiples. Pour cela la prise en charge doit s'adresser à la totalité des éléments, et le praticien doit adapter une approche thérapeutique élargie comportant un modèle biopsychosocial.

La thérapie cognitivo-comportementale (TCC) qui est une des approches principales en psychothérapie, représente un outil efficace permettant d'améliorer les effets du traitement, d'augmenter l'efficacité, et de prévenir les rechutes.

## 5 CONCLUSION

A travers cette revue systématique, il nous est possible de dégager les conclusions suivantes:

- Les troubles d'articulation temporo-mandibulaires sont des pathologies d'origines diverses, dont le facteur psychique joue un rôle important dans l'apparition et le maintien du trouble, ainsi que lors du traitement.
- Devant cette pathologie qui est multifactorielle, la prise en charge doit s'adresser à la totalité des éléments responsables du trouble.
- Le plan du traitement doit être adapté à chaque patient, tout en favorisant des moyens thérapeutiques conservateurs non invasifs (des traitements médicamenteux, thérapie orthopédique par gouttières occlusales).
- L'association du traitement conservateur standard avec la thérapie cognitivo-comportementale qui est une psychothérapie centrée sur les pensées et les croyances erronées et négatives du patient, permet d'augmenter l'efficacité du traitement, d'accélérer la guérison et de prévenir les rechutes.

A ce titre, des études ultérieures sont requises, avec une période d'observation plus longue et une grande taille d'échantillon. Afin de dresser une meilleure analyse de cette efficacité, non seulement sur les troubles d'ATM, mais aussi pour les différentes pathologies bucco-dentaires qui sont en relation avec la psychologie des patients. De plus la cavité buccale représente un organe d'une grande importance psychologique, et le médecin dentiste doit aujourd'hui savoir aborder un patient dans sa globalité pour une meilleure prise en charge.

## REFERENCES:

- [1] INSERM (Institut National de la Santé et de la recherche médicale), « Psychothérapies, trois approches évaluées ». Paris : éditions Inserm, 2004. Pages 183-185.
- [2] Louis Chaloult, Jean Goulet et Thanh-Lan Ngô, « Manuel d'accompagnement pour une thérapie cognitivo-comportementale ». Montréal ,2018, page 26 Pages 33 - 40.
- [3] Aggarwal et coll., Psychosocial interventions for the management of chronic orofacial pain. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011 ; 9; (11): CD008456.
- [4] IASP (L'Association internationale pour l'étude de la douleur), Classification of chronicpain Second Edition, edited by E Merskey and N Bogduk, IASP Press, 1994
- [5] Beck At et al, « Cognitive therapy of depression », New york : guilford press, 1979
- [6] American Academy of Orofacial Pain, Orofacial pain guidelines for assesement, diagnosis, and management. Fourth edition. Reny de Leeuw (2008), page :17
- [7] Maité Ferrando et coll., Enhancing the efficacy of treatment for temporomandibular patients with muscular diagnosis through cognitive-behavioral intervention, including hypnosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2012; 113(1):81-9
- [8] Mark D.litt et coll., Brief cognitive-behavioral treatment for TMD pain : long-term outcomes and moderators of treatment *Pain.* 2010; 151(1): 110-6
- [9] Mark D.litt et coll., Determinants of pain treatment response and nonresponse: identification of TMD patient subgroups. *J Pain.* 2013; 14(11):1502-13
- [10] Mark D.litt et coll., Momentary pain and coping in temporomandibular disorder pain: exploring mechanisms of cognitive behavioral treatment for chronic pain. *Pain.* 2009 ;145(1-2) :160-8
- [11] Shedden Mora MC et coll., Biofeedback-based cognitive-behavioral treatment compared with occlusal splint for temporomandibular disorder. *Clin J Pain.* 2013 ; 29(12) :1057-65
- [12] Turner et coll., Brief cognitive-behavioral therapy for temporomandibular disorder pain: effects on daily electronic outcome and process measures. *Pain.* 2005 ; 117(3) : 377-87
- [13] Turner et coll., Short- and long-term efficacy of brief cognitive-behavioral therapy for patients with chronic temporomandibular disorder pain. *Pain.* 2006 ; 121(3) :181-94
- [14] Gatchel et coll., Efficacy of an early intervention for patients with acute temporomandibular disorder-related pain: a one-year outcome study. *J Am Dent Assoc.* 2006 ; 137(3) :339-47
- [15] Gatchel et coll., Cost-effectiveness of treatments for temporomandibular disorders: biopsychosocial intervention versus treatment as usual. *J Am Dent Assoc.* 2007 ; 138(2) :202-8.

- [16] Estrella Durà-Ferrandis et coll., Confirming the mechanisms behind cognitive-behavioural therapy effectiveness in chronic pain using structural equation modeling in a sample of patients with temporomandibular disorders. *Clin Psychol Psychother.* 2017 ; 24(6) : 1377-1383
- [17] Vlaeyen JW, Kole-Snijders AM, Boeren RG, et al., Fear of movement/(re)injury in chronic low back pain and its relation to behavioral performance. *Pain* 1995 ; 62 : 363–72
- [18] Randhawa Kristi et coll., The Effectiveness of Noninvasive Interventions for Temporomandibular Disorders: A Systematic Review by the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (optima) Collaboration. *Clin J Pain.* 2016; 32(3) : 260-78.
- [19] Sullivan MJ, Thorn B, Haythornthwaite JA, Keefe F, Martin M, Bradley LA, Lefebvre JC., Theoretical perspectives on the relation between catastrophizing and pain. *Clin J Pain* 2001 ; 17 : 52-64.

## Nutritional value and microbiological quality of potential complementary foods formulated from the combination of fonio, soybean and mango flours

Agnan Marie-michel Combo<sup>1</sup>, Kra Athanase Kouassi<sup>1-2</sup>, Koffi Pierre Valery Niaba<sup>1</sup>, Kouassi Clément Kouassi<sup>1-2</sup>, Ahou Diane Edwige Konan<sup>1</sup>, Adomon Jean-martial Gérard Ado<sup>1</sup>, and Grah Avit Maxwell Beugré<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Biochemistry-Microbiology, Laboratory of Agro-valorization, Jean Lorougnon Guédé University, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

<sup>2</sup>Department of Food Science and Technology, Laboratory of Biotechnology and food Microbiology, Nangui Abrogoua University, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

Copyright © 2020 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 initiated to evaluate the nutrient composition and microbiological quality of composite flours based on fonio, soybean and mango for possible use as complementary food for children aged 6-24 months. For this purpose, four composite flours CF1 = 90: 10: 0, CF2 = 80: 15: 5, CF3 = 70: 20: 10 and CF4 = 60: 30: 10 were formulated from fonio, soybean and mango flour ratio respectively. Chemical analyses showed that these composite flours contain 6.18-15.25% crude fat, 10.73-11.35% crude protein, 48.60-66.55% carbohydrates and 355.37-384.39 kcal of energy, which are close to the standard recommended by World Health Organization. However, the composite flours had levels of calcium (13.46-22.78 mg/100 g), vitamin C (12.40-32.70 mg/100 g) and iron (4.27-7.73 mg/100 g) lower than standard values. The *in vitro* digestibility of the formulations showed that CF2 was more hydrolyzed than the other composite flours with 301 µg of glucose released in 3 hours. With regard to the results of microbiological analyzes, all germs of hygienic interest (mesophilic aerobic germs, total coliforms, yeasts and molds, enterobacteria and *Staphylococcus aureus*) were found with loads below the recommended microbiological standards. However, CF3 was outside of the recommended limits in terms of *Staphylococcus aureus* loads. This study revealed that the formulated complementary foods from local products have great potential in providing nutritious foods for children. This is promising for regions where protein-energy malnutrition is prevalent.

**KEYWORDS:** Infant food, *Digitaria exilis*, *Glycine max*, *Mangifera indica*, Food quality, Flours.

### 1 INTRODUCTION

The vulnerability of infants to problems associated with the weaning process is of global concern, but more especially in economically developing countries [1], [2]. The search for low-cost, nutritious, and easy-to-prepare locally available complementary foods will continue as long as protein-energy malnutrition still prevails in developing countries. This malnutrition can be related to the composition of the complementary foods introduced after the breastfeeding period [3]. Thus, the quality of the complementary foods used is therefore of great importance.

In Côte d'Ivoire, traditional infant diets are generally poorly diversified and poor in certain key micronutrients such as calcium, iron and zinc [4]. In Daloa, in order to fight against malnutrition during weaning, the dietary service of the regional hospital proposed to mothers, food supplements produced from available local staple cereals and legumes, and composed of flours of millet, rice, maize and peanut or soybean. Such formulation of complementary foods based on available and accessible local products proves to be an effective alternative to industrial flours, generally made from imported products which are often too expensive for most of mothers.

Besides the use of these local and well known staple product in infant diets, several studies are exploring the use of others less known plants for their potential good nutritional values. Among these marginal plants is fonio (*Digitaria exilis*), a small grain cereal grown for consumption in savannah areas of West Africa, from Senegal to Lake Chad [5], [6]. In Côte d'Ivoire, fonio is practically an abandoned cereal. Traditionally produced and consumed in the north of the country, fonio contributes to the food seam before harvesting other crops [7].

Fonio is widely reported to be rich in methionine and cystine, two amino acids essential for human health that are lacking in many major cereals [8], [9]. According to [10], this cereal has the potential to improve the nutrition of children of weaning age. However, its nutritional value is limited by its low protein content. It is therefore necessary to add protein sources to infant meals based on this cereal. As soybeans are known to be a high source of protein, their use in combination with fonio can upgrade the protein level of such weaning diets. Moreover, the supplementary used of dried fruit rich in microelements can be of great interest. Since in Côte d'Ivoire, particularly in Daloa, fonio, soybean and mango are very available, they could be used to formulate infant diets. Mango is an excellent source of fiber and bioactive compounds such as provitamin A, carotenoids, vitamin C, calcium, iron and phenolics [11]. Fruits and vegetables, being rich sources of nutrients, have been of interest due to their potential health benefits in preventing several chronic diseases [12]. However, there is little information about any attempt to use fonio, soybean and mango for production of complementary foods.

Therefore, the objective of the present investigation is to contribute to make Fonio a valuable cereal in the formulation of complementary foods by studying new formulations of complementary foods based on fonio (*Digitaria exilis*), soybean (*Glycine max*) and mango (*Mangifera indica*) flours and assessing their nutritional and microbiological quality.

## **2 MATERIALS AND METHODS**

### **2.1 MATERIALS**

The biological material used in this study was constituted of fonio seeds (*Digitaria exilis*), yellow soybean (*Glycine max*) flour and dried mango (*Mangifera indica*) pulps. Fonio seeds were purchased from the Lobia market (Daloa, Côte d'Ivoire), dried mango pulp (kent variety) were purchased from supermarket SOCOCE (Daloa, Côte d'Ivoire) and soybean flour was purchased from the dietary service of Regional Hospital of Daloa.

### **2.2 PREPARATION OF FONIO AND MANGO FLOURS**

The fonio seeds (1 kg) were sorted to remove defect seeds and any other foreign materials. They were peeled with a porcelain mortar and then vanned in order to rid them of non-consumable parts. Several washes with tap water and finally with distilled water are performed to remove the sand grains. After washing and draining, fonio seeds were ground using blender. The crude flour obtained was sieved with 500  $\mu\text{m}$  mesh sieve, sun-dried for up to 48 hours. The flour was kept in plastic airtight container and was stored in a desiccator until required for further analysis.

The dried mango pulps were powdered using blender and sieved through the same mesh size to obtain fine flour and finally stored as above. All chemicals used were of analytical grades.

### **2.3 FORMULATION OF FLOURS BLENDS**

The composite flours (CF) were formulated by the mixing of flours made from fonio, soybean and mango pulp. Four sample were therefore formulated in the following proportions of 90: 10: 0, 80: 15: 5, 70: 20: 10 and 60: 30: 10 to produce respectively CF1, CF2, CF3 and CF4. The flours were uniformly blended in a domestic mixer before analysis.

### **2.4 BIOCHEMICAL ANALYSIS OF THE INGREDIENTS (SIMPLE FLOURS) AND COMPOSITE FLOURS**

Samples were analyzed for their pH and dry matter [13]. One hundred (100) mL of distilled water was homogenized with 10 g of sample, and the pH was measured with a combined glass electrode pH-meter (Hanna Instruments, Romania). Dry matter was determined by hot oven (Memmert, Schwabach, Germany) drying at 105°C for 24 h to constant weight. Crude fat was carried out by Soxhlet extraction of a 10 g sample, with hexane as solvent [14]. Ash content was determined using the muffle furnace at 550°C during 12 h according to AOAC method [15]. Crude protein was determined by using Kjeldahl method and was calculated as  $\text{N} \times 6.25$  [16]. Crude fiber was determined by digestion method [17]. Two g of sample was accurately weighed and transferred into beaker containing 50 mL of  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (0.25 N). After boiling for 30 min under reflux refrigerant, 50 mL of NaOH (0.31 N) was added and boiled. After 30 min, the solution was filtered. Residues were washed with hot water and transferred to crucible. Crucible containing residue was dried at 105°C for 8 h to a constant weight. The crucible was then cooled in a desiccator and weighed. The residues were placed in muffle furnace at 550°C for 3 h and then the sample was cooled in a desiccator and weighed. Crude fiber content was taken as difference between residues before and after incineration.

Total carbohydrate content was calculated adding the total values of crude protein, crude fat, crude fiber and total ash contents of the sample and subtracting it from 100% according to this equation [18]:

$$\text{Total carbohydrate (\%)} = 100 - (\% \text{ protein} + \% \text{ ash} + \% \text{ fat} + \% \text{ crude fiber})$$

The energy value (EV) of the flours was calculated with 4 kcal/g for carbohydrates, 4 kcal/g for proteins and 9 kcal/g for lipids according to [19]:

$$\text{EV} = (9 \times \text{Lipids (\%)}) + (4 \times \text{Proteins (\%)}) + (4 \times \text{Carbohydrates (\%)})$$

The ascorbic acid (vitamin C) content was determined according to the 2, 6-dichlorophenol – indophenols dye method [20]. Five g of each sample was mixed with 40 mL of 2% metaphosphoric acid at room temperature. The mixture obtained was centrifuged at 3000 rpm for 20 min. The supernatant was introduced into a 50 mL flask and adjusted with distilled water. Test sample of the diluted sample was titrated with 2,6-dichloroindophenol (2,6-DCPIP, 0.5 g/L) until it turns pale pink.

Mineral (Ca and Fe) content was determined by titrimetric and TPTZ (2,4,6 tripyridyl-5 triazine) methods respectively. Twenty mL of 1% nitric acid was added to the ash (0.25 g). The mixture obtained was filtered into a 250 mL standard flask. This was made up to the mark with deionized water. This solution was used to determine the calcium and iron content. A 50 mL aliquot of ash solution was pipette into a beaker and 2 mL of NaOH (2 N) was added to adjust the pH to 12-13. An indicator calcane carboxylic acid (0.2 g) was then added, mixed and immediately titrated with a 0.01 M EDTA solution to the blue end-point. For the iron, before testing, the pH of ash solutions should be between 3 and 4, not exceed pH 5 as iron may precipitate. The wavelength of the spectrophotometer (HACH DR 3900) was fixed at 590 nm. Ten mL of aliquot was pipette into a sample cell and TPTZ iron reagent powder was added. The cell was capped and shaken for 30 sec. The reading was compared with blank. All results for biochemical analysis are recorded on the dry weigh basis.

## **2.5 IN VITRO DIGESTIBILITY OF COMPOSITE FLOURS**

*In vitro* digestibility of composite flours was determined using the digestive juice of the snails (*Archachatina marginata*) collected according to the method described by [21]. The reaction medium was constituted as follow: 100 µL of acetate buffer (100 mM, pH 5), 20 µL of enzymatic solution diluted 50 times and 80 µL of 1% of flour gel. The mixture was then incubated at 37°C over a period of 3 h. The sugars released was quantified according to the method of [22] using the 3-5 dinitrosalicylic acid. All determinations were carried out in duplicate. Results were expressed as the amount of glucose released per hydrolysis time.

## **2.6 MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF COMPOSITE FLOURS**

The composite flours were subjected to a microbiological analysis to count microorganisms such as mesophilic aerobic flora (MAF), total coliforms (TC), yeast and molds, enterobacteria (ETB) and *Staphylococcus aureus* (SA). Ten grams of each sample was taken aseptically and homogenized in 90 mL sterile peptone water for about 2 min. Serial dilutions (using 1 mL of homogenates) were made in 9 mL sterile physiologic water and 1 mL of each decimal dilution was inoculated in duplicate on specific culture media for the numbering of the germs retained. The different culture media used were prepared according to the manufacturers' instructions. MAF were counted on Plate count agar (PCA) after incubation at 30°C for 72 h as recommended in NF/ISO 4833: 2003; TC were numbered on violet red neutral bile lactose (VRBL) agar after incubation at 30°C for 24 h as described in ISO 4832: 2006. Yeasts and molds were counted on Sabouraud agar chloramphenicol medium after incubation at 25°C for 5 days according to the NF/ISO 16212: 2011. ETB were counted on violet red neutral bile glucose (VRBG) agar after incubation at 37°C for 24 h according to ISO 21528-2: 2004 and SA were counted on Baird-parker agar with telluride egg yolk and 0.2% sulphamethazine after incubation at 37°C for 48 h according to the French standard NF/ISO 6888: 2004. Counts of visible colonies were made and expressed as colony forming units per gram of sample (CFU/g).

## **2.7 STATISTICAL ANALYSIS**

Results are expressed as mean ± standard deviation and Analysis of Variance (ANOVA) was used to test the level of significance at  $P < 0.05$ . Duncan test was used to compare and separate means. STATISTICA software 7.1 was used for these analyses.

### 3 RESULTS

#### 3.1 PROXIMATE COMPOSITION OF THE INGREDIENTS (SIMPLE FLOURS) AND COMPOSITE FLOURS

Biochemical analyses were carried out to determine the macro and micronutrient of all the flours. The proximate nutrient compositions of the fonio, soybean and mango pulp flour are presented in Table 1. Results show that pH values differed significantly and varied between 3.62 (mango flour) and 6.76 (soybean flour). Mango pulp flour was more acidic than other flours. The dry matter contents of the flours ranged from 85.64 to 92.64%. The lowest dry matter content was observed in mango pulp flour which was significantly different from the other two flours. The fat contents reported in table 1 varied from 6.40 to 26.71% on the dry weight basis. The highest value of 26.71% was obtained for soybean flour. Total ash contents were also variable in the flour (0.36-4.46% on dry weight basis) with highest values in soybean flour. The crude fiber of different flours ranged from 4.44 to 8.26% on dry weight basis. Only the mango pulp flour differed significantly from the other. In terms of proteins, the contents obtained varied from 8.24 to 38.77% on the dry weight basis with significant difference ( $P < 0.05$ ). Soybean flour had the highest protein contents. Results also indicated that flours contained high values of carbohydrate (74.32% for fonio flour and 77.49% for mango pulp flour), excepted soybean flour with 21.8%. The results of the energy values showed significant difference ( $P < 0.05$ ) between soybean flour and the other two flours. The energy values ranged from 400.35 kcal/100 g to 482.65 kcal/100 g. Soybean flour had the highest energy value.

Concerning the micronutrients, results show significant differences ( $P < 0.05$ ) between the flours (Table 1). The vitamin C content of the simple flours varied from 13.40 to 54.90 mg/100 g on the dry weight basis. Mango pulp flour had the highest value (54.90 mg/100 g DW) which was different from fonio flour (13.40 mg/100 g DW) and soybean flour (21.16 mg/100 g DW). The calcium content ranged from 13.39 mg/100 g DW for soybean flour to 24.12 mg/100 g DW for mango pulp flour. For the iron content, the values ranged between 2.62 mg/100 g DW (mango pulp flour) and 9.22 mg/100 g DW (fonio flour).

Table 1. Macro and micronutrient contents of simple flours

Nutrients (100 g sample)	Fonio flour	Mango pulp flour	Soybean flour
Macronutrients			
pH	6.23 <sup>b</sup> ± 0.01	3.62 <sup>a</sup> ± 0.17	6.76 <sup>c</sup> ± 0.02
Dry matter (%)	92.53 <sup>b</sup> ± 0.01	85.64 <sup>a</sup> ± 0.01	92.64 <sup>b</sup> ± 0.01
Crude fat (%)	6.40 <sup>a</sup> ± 0.01	6.75 <sup>a</sup> ± 0.02	26.71 <sup>b</sup> ± 0.01
Ash (%)	0.36 <sup>a</sup> ± 0.12	2.65 <sup>b</sup> ± 0.14	4.46 <sup>c</sup> ± 0.31
Crude fiber (%)	8.10 <sup>b</sup> ± 1.43	4.44 <sup>a</sup> ± 1.65	8.26 <sup>b</sup> ± 1.59
Crude protein (%)	11.37 <sup>b</sup> ± 0.05	8.24 <sup>a</sup> ± 0.02	38.77 <sup>c</sup> ± 0.22
Total carbohydrate (%)	74.32 <sup>b</sup> ± 0.21	77.49 <sup>c</sup> ± 0.27	21.80 <sup>a</sup> ± 1.09
Energy value (kcal/100 g)	400.35 <sup>a</sup> ± 12.07	403.67 <sup>a</sup> ± 16.30	482.65 <sup>b</sup> ± 8.05
Micronutrients			
Vitamin C (mg)	13.40 <sup>a</sup> ± 0.83	54.90 <sup>c</sup> ± 2.44	21.16 <sup>b</sup> ± 0.10
Calcium (mg)	22.32 <sup>b</sup> ± 0.14	24.12 <sup>c</sup> ± 0.21	13.39 <sup>a</sup> ± 0.07
Iron (mg)	9.22 <sup>c</sup> ± 0.25	2.62 <sup>a</sup> ± 0.11	5.01 <sup>b</sup> ± 0.12

Values are averages ± standard deviation of replicate determinations (n = 3). Means not followed by the same superscript letters in the same row are significantly different ( $P < 0.05$ ).

Table 2 shows the mean values of proximate composition and micronutrient of the different composite flours formulated from fonio, soybean and mango pulp flour at varying ratio. The pH values of the different composite flours were between 5.67 (CF3) and 6.54 (CF1). This parameter was significantly different ( $P < 0.05$ ). The dry matter content was very high and comparable in the different composite flours. It varied from 90.65 to 92.16%. The results show no significant differences between dry matter content of the composite flours. The fat content of the composite flours was also very high ranging from 6.18 to 15.25% on dry weight basis. Among the different composite flours, the highest fat content was observed in CF4. The ash content of the composite flours varied from 0.90 to 1.82% on dry weight basis. There were significant differences between all the composite flours. The ash level in the composite flours increased when the proportions of soybean and mango flour in the mixture increase. The composite flours contained high fiber content. Values varied between 14.29 to 24.84% on dry weight basis. CF3 had the highest value while CF2 had the lowest value. There was significant difference between CF1, CF2 and CF3, CF4. The protein contents of the composite flours were also high and they were significantly different. Values ranged from 10.73 to 11.35% on dry weight basis. Results also indicated that composite flours contained high carbohydrate contents with

significant differences ( $P < 0.05$ ) between CF1, CF2 and CF3, CF4. Total carbohydrates ranged from 48.58 to 66.55% on dry weight basis. The energy value of the four lots of composite flour ranged from 355.37 to 384.39 kcal (Table 2). CF2 had the highest while CF3 had the least.

The micronutrient composition of the composite flours is also presented in Table 2. The vitamin C content of these flours ranged from 12.40 mg / 100 g to 32.70 mg/100 g on dry weight basis. CF1 had the highest value which was significant different ( $P < 0.05$ ) from the other composite flours. The calcium content varied from 13.46 mg/100 g to 22.78 mg/100 g on dry weight basis. CF2 had the lowest value which was significantly different from the other composite flours. The iron content of the composite flours varied from 4.27 mg/100 g to 7.73 mg/100 g on dry weight basis. There were significant differences ( $P < 0.05$ ) between all the composite flours.

Table 2. Macro and micronutrient contents of composite flours

Nutrients (100 g sample)	CF1	CF2	CF3	CF4
Macronutrients				
pH	6.54 <sup>d</sup> ± 0.11	6.00 <sup>c</sup> ± 0.07	5.67 <sup>a</sup> ± 0.05	5.84 <sup>b</sup> ± 0.05
Dry matter (%)	91.63 <sup>a</sup> ± 0.01	92.16 <sup>a</sup> ± 0.03	90.65 <sup>a</sup> ± 0.01	91.64 <sup>a</sup> ± 0.01
Crude fat (%)	6.18 <sup>a</sup> ± 0.01	9.43 <sup>ab</sup> ± 0.01	11.75 <sup>bc</sup> ± 0.01	15.25 <sup>c</sup> ± 0.03
Ash (%)	0.90 <sup>a</sup> ± 0.35	1.30 <sup>ab</sup> ± 0.04	1.62 <sup>bc</sup> ± 0.14	1.82 <sup>c</sup> ± 0.25
Crude fiber (%)	15.46 <sup>a</sup> ± 0.52	14.29 <sup>a</sup> ± 0.60	24.84 <sup>b</sup> ± 1.74	23.28 <sup>b</sup> ± 1.21
Crude protein (%)	11.35 <sup>c</sup> ± 0.04	10.73 <sup>a</sup> ± 0.09	10.83 <sup>a</sup> ± 0.13	11.03 <sup>b</sup> ± 0.03
Total carbohydrate (%)	66.55 <sup>b</sup> ± 0.96	64.15 <sup>b</sup> ± 0.12	51.56 <sup>a</sup> ± 2.96	48.60 <sup>a</sup> ± 4.19
Energy value (kcal/100 g)	367.21 <sup>ab</sup> ± 4.97	384.39 <sup>b</sup> ± 8.48	355.37 <sup>a</sup> ± 4.37	375.67 <sup>b</sup> ± 8.64
Micronutrients				
Vitamin C (mg)	32.70 <sup>b</sup> ± 6.31	12.40 <sup>a</sup> ± 1.00	14.35 <sup>a</sup> ± 2.00	13.10 <sup>a</sup> ± 0.10
Calcium (mg)	22.54 <sup>b</sup> ± 0.31	13.46 <sup>a</sup> ± 0.41	22.78 <sup>b</sup> ± 0.27	22.53 <sup>b</sup> ± 0.15
Iron (mg)	7.73 <sup>d</sup> ± 0.16	4.27 <sup>a</sup> ± 0.16	5.42 <sup>b</sup> ± 0.07	6.76 <sup>c</sup> ± 0.59

Values are averages ± standard deviation of replicate determinations ( $n = 3$ ). Means not followed by the same superscript letters in the same row are significantly different ( $P < 0.05$ ). CF= Composite flour

### 3.2 COMPOSITE FLOURS DIGESTIBILITY

The amounts of glucose released during the *in vitro* enzymatic hydrolysis of composite flours are shown in the figure 1. The amount of glucose increased with the time of hydrolysis and then begin to stabilize from 120 min. These amounts are higher for CF2 (44-301 µg of glucose) than those of CF1 (17.5-239 µg), CF3 (12-265 µg) and CF4 (6-194.5 µg). The composite flours can be classified according to an increasing sensibility to the digestive juice of snail in the following order CF4 < CF1 < CF3 < CF2. Significant differences were observed between the amount of glucose released by the different composite flours.

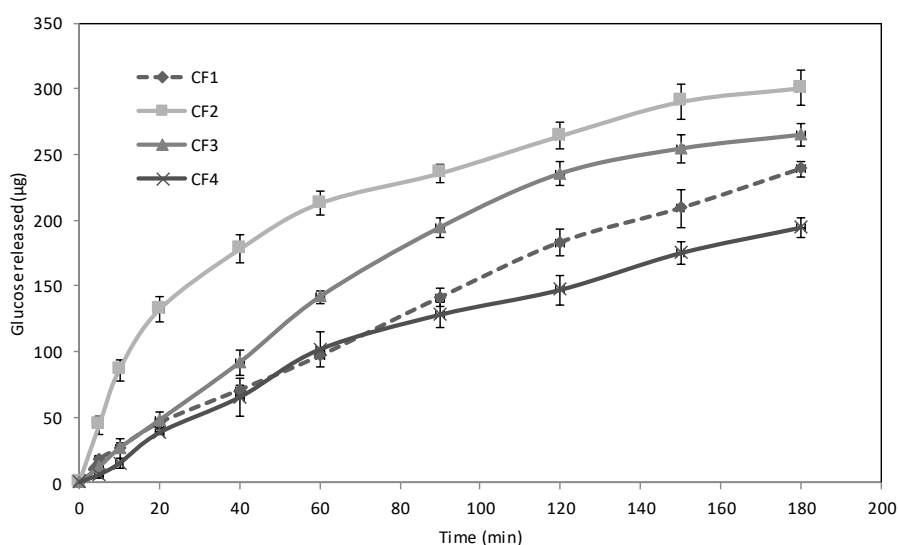


Fig. 1. *In vitro* digestibility of different composite flours

### 3.3 MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF COMPOSITE FLOURS

presents the results of the enumeration of mesophilic aerobic germs (MAG), total coliforms (TC), yeast and molds, enterobacteria (ETB) and *Staphylococcus aureus* (SA) found in the different composite flours. All these microorganisms were present in the composite flours except enterobacteria (absent in CF1 and CF2) and total coliforms (absent in CF1). The load of MAG ranged from  $3.05 \times 10^4$  (CF4) to  $7.18 \times 10^4$  CFU/g (CF1). The number detected for the yeast and molds ranged from  $3.40 \times 10^3$  (CF2) to  $4.22 \times 10^3$  CFU/g (CF4). The load of TC and enterobacteria ranged from 0.00 (CF1) to 6.45 CFU/g (CF4) and 0.00 (CF1) to 9.68 CFU/g (CF3) respectively. The SA counts varied from 15.5 (CF4) to 115 CFU/g (CF3) and only the composite flour CF3 was outside of the recommended limits. Both the TC and SA counts were significantly different between the composite flours.

Table 3. Microbiological evaluation of composite flours

Composite flours	Microorganisms (CFU/g)				
	MAG	TC	ETB	Yeast-Molds	SA
CF1	$7,18.10^4 \pm 0,89.10^{4a}$	$0,00 \pm 0,00^a$	$0,00 \pm 0,00^a$	$3,63.10^3 \pm 0,12.10^{3a}$	$19,5 \pm 2,12^a$
CF2	$6,95.10^4 \pm 0,06.10^{4a}$	$3,45 \pm 0,25^b$	$0,00 \pm 0,00^a$	$3,40.10^3 \pm 0,19.10^{3a}$	$23,5 \pm 0,70^b$
CF3	$3,11.10^4 \pm 0,10.10^{4b}$	$4,40 \pm 0,19^c$	$9,68 \pm 0,06^b$	$3,50.10^3 \pm 0,19.10^{3a}$	$115 \pm 1,41^c$
CF4	$3,05.10^{4b} \pm 0,07.10^{4b}$	$6,45 \pm 0,25^d$	$9,36 \pm 0,38^b$	$4,22.10^3 \pm 0,19.10^{3b}$	$15,5 \pm 0,70^d$
Microbiological criteria	$<10^5$	$<10^3$	$<10$	$<10^4$	$<10^2$

Values are averages  $\pm$  standard deviation of replicate determinations ( $n = 2$ ). Means not followed by the same superscript letters in the same column are significantly different ( $P < 0.05$ ). MAG: Mesophilic aerobic germs, TC: Total coliforms, ETB: Enterobacteria, SA: *Staphylococcus aureus*

## 4 DISCUSSION

The nutritional quality of infant flours largely depends on their chemical composition. Macronutrients (fats, proteins and carbohydrates) and micronutrients (vitamins and minerals) are the most important nutrients and must be present in quantity and quality necessary for the development of the child [23]. The mixture of various ingredients is therefore helpful in meeting this requirement.

The chemical composition of simple flours used in the formulation of infant flours appear to be rich in nutrients. The dry matter, crude fat, ash and crude protein contents found in fonio and soybean flours agreed with other previous researchers [10], [24], [25]. Simple flours have high fiber and carbohydrate contents. The high carbohydrate contents of fonio and mango were approximate to those of [26] and [27]. Soybean had the lowest carbohydrate content (21.80%), but its value was higher than the value of 15.99% reported by [28]. The energy values indicated that the simple flours studied can serve as good source of energy for the body. Regarding micronutrient contents, simple flours are sources of bioactive compounds, particularly for mango pulp flour in vitamin C.

The nutritional value of composite flours made with fonio, soybean and mango flour reveals that they have significant nutritional potential. The slightly lower pH value observed in composite flours may be a result of incorporation of mango flour in the formulations. The dry matter contents were high, this indicate their long shelf life. These values are consistent with prior studies [29], [30], which found 90.95% (for composite flours made from maize, sorghum and soybean) and 95% (cassava and soybean) respectively. Ash contents also increased with the amount of soybean and mango flour. These contents are lower than the value (2%) obtained by [30] in flours based on cassava and soybean, but close to the value (1.88%) reported by [31] in the formulation of flour based on yam and soybean.

Fats are relatively minor constituents in cereals. However, they play an important role in human nutrition as a source of energy and essential fatty acid [32]. Fat contents in composite flours were recorded in increasing order from CF1, CF2, CF3 to CF4. As simple flour analysis in the present study showed that soybean had the highest fat content, the results of CF1, CF2, CF3 and CF4 means that supplementing flours with soybean brings a substantial part of fat. The fat contents of CF2, CF3 and CF4 are within the range of the recommended values 10-25% [33].

Crude fiber is known to promote health as it aids the digestive system on human [34]. However, high fiber in infant foods is highly associated with gut irritation and affects the efficiency of nutrients absorption and protein digestibility [1]. The crude fiber contents of all the composite flours studied were higher than the *Codex Alimentarius* standard [33] which is less than 5%. These high fiber contents could be attributed to the amount of undehulled fonio and soybean, which are known to contain high fiber contents.

The protein contents of composite flours were comparable to that of fonio flour. Thus, the consumption of fonio alone can produce the necessary quantities. At the level of CF2, CF3 and CF4, protein content increased with soybean proportion. However, our results are lower than the 14% found by [30] with cassava flour enriched with soybean. The protein contents obtained in this study (10.73-11.35%) were below the recommended standard of 15% [35].

The carbohydrate contents obtained in the composite flours decrease when the percentage of soybean and mango pulp flours increased. According to [36] this can be explained by the fact that the addition of protein and lipid sources contributed to the reduction of carbohydrate source, represented here by soybean flour. The same observation was also reported by [10], [31]. The values of carbohydrate obtained (48.60-66.55%) were lower than the carbohydrate intake of infant flours of 68% [35].

The energy values of this study are close to the standard (400 kcal) recommended [37] and also close to those of infant flours produced and marketed in Benin (367-486 kcal/g) [29]. The addition of sucrose will not only improve the taste but also the energy content. This is very important for children who need high energy food to cover their energy due to the small size of their stomachs [38].

According to the results of micronutrients, the major element found were calcium followed by vitamin C and iron in all the composite flours. These values are higher than those reported in infant diet formulation [39], [40]. This could be attributed to the relatively higher micronutrients of soybean and mango pulp. However, the values of the micronutrients are lower than the standards (500 mg for calcium, 20 mg for vitamin C and 16 mg for iron) [37].

It is obvious that the nutritional value of foods depends on their digestibility. The differences in the *in vitro* digestibility observed between composite flours could be linked to the characteristics of flours. Indeed, the proximate composition (protein, fat, mineral...) and the physical form of the starch can affect the digestibility according to previous studies [10], [41], [42]. So, the fact that CF1 and CF4 had higher protein content than CF2 and CF3 could be responsible for their low digestibility. In addition, the protein-starch interactions and the formation of amylose-lipid complex limit the enzymatic attack and the hydrolysis of starch [43].

Microbiological analysis of composite flours was focused on the search for flora of contamination and pathogenic microorganisms. The load (CFU/g) of total mesophilic aerobic flora and yeasts and molds are below the microbiological standards. These low values can be explained by the drop in the humidity level in the various compound flours. Also, the enumeration of total coliforms, enterobacteria and *Staphylococcus aureus* gave values below microbiological standards. However, the composite flour CF3 showed a load higher than the standards in the case of *Staphylococcus aureus*. This is an indication that the packaging material used was compromised. However, the *Staphylococcus aureus* detected can be destroyed during cooking. The consumption of these composite flours cannot present a danger to the health of the child.

## 5 CONCLUSION

The study successfully formulated a new complementary food with good nutritional value from local products such as fonio, soybean and mango. High contents of fat, fiber, protein, carbohydrate, energy and micronutrients in the formulated composite flours were observed. These contents, for the most part, meet World Health Organization (WHO) recommended standards for complementary food. Moreover, the composite flours were found to be digestible and of satisfactory microbiological quality. These complementary foods formulated with fonio, soybean and mango have promising nutritional attributes for potential nutritional programmes aiming vulnerable children. In view of these results, utilization of fonio as a base cereal to produce complementary foods should be encouraged and special attention should be paid to this neglected and under-exploited cereal due to its exceptional nutritional properties.

## REFERENCES

- [1] P. Amuna, F. Zohr, S. Sumar, and Y. T. Chinyanga, "The role of traditional cereal legume-fruit-based multimixes in weaning in developing countries," *Journal of Nutrition and Food Science*, vol. 30, no. 3, pp. 116-122, 2000.
- [2] B. A. Wharton, "Weaning in Britain: practice, policy and problems," *Proceedings of the Nutrition Society*, vol. 56, pp. 105-119, 1997.
- [3] J. Ejigui, L. Savoie, J. Martin, and T. Desrosiers, "Improvement of the nutritional quality of a traditional complementary porridge made of fermented yellow maize (*Zea mays*): Effect of maize-legume combinations and traditional processing methods," *Food and Nutrition Bulletin*, vol. 28, no. 1, pp. 23-34, 2007.
- [4] F. Camara, K. Brou, E. F. Assemand, K. Tano, and G. Dago, "Quantification of the energy, iron intake and the promoter and inhibitors absorption in rural and urban Côte d'Ivoire," *European Journal of Scientific Research*, vol. 35, no. 1, pp. 130-141, 2009.

- [5] Riley, K. W., Gupta, S. C., Seetharam, A., and Mushonga, J. N., *Advances in small millets*. Oxford & IBH Publishing CO, 557 p., 1993.
- [6] Cruz, J. F., Béavogui, F., and Dramé, D., *Le fonio, une céréale Africaine*, In: *Agricultures Tropicales en Poche*, (Ed.), Quæ / CTA, Presses agronomiques de Gembloux, Versailles, France, 192 p., 2011.
- [7] Adoukonou-Sagbadja H., *Genetic characterization of traditional fonio millets (Digitaria exilis, D. iburua STAPF) Landraces from West-Africa: Implications for Conservation and Breeding*. PhD thesis, Giessen, Germany, 119 p., 2010.
- [8] V. J. Temple and J.D. Bassa, "Proximate chemical composition of acha (*Digitaria exilis*) grain," *Journal of the Science of Food Agriculture*, vol. 56, no. 4, pp. 561-563, 1991.
- [9] Koréissi Y., *Fonio (Digitaria exilis) in West Africa: Towards improving nutrient quality*. PhD thesis, Wageningen, Netherlands, 180 p., 2015.
- [10] V. Y. Ballogou, M. E. Djidohokpin, J.T. Manful, and M. M. Soumanou, "Formulation d'aliments de complément à partir du soja et de deux écotypes de fonio," *Nature & Technology*, vol. 10, no.2, pp.18-24, 2018.
- [11] R. Ara, M. Motalab, M. N. Uddin, A. N. M. Fakhruddin, and B. K.Saha, "Nutritional evaluation of different mango varieties available in Bangladesh," *International Food Research Journal*, vol. 21, no. 6, pp. 2169-2174, 2014..
- [12] J. L. Slavin and B. Lloyd, "Health benefits of fruits and vegetables," *Advances in Nutrition*, vol. 3, pp. 506-516, 2012.
- [13] AOAC, *Official methods of analysis 15th Edition*, Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Washington D.C, 1990.
- [14] L. F. Razon, R. L. Bacani, R. L. Evangelista, and G. Knothe, "Fatty acid profile of kenaf seed oil," *Journal of the American Oil Chemists Society*, vol. 90, no.6, pp. 835-840, 2013.
- [15] AOAC, *Official methods of analysis, VA: Association of Official Analytical Chemists*, Arlington, Washington D.C, 1995.
- [16] BIPEA, *Bureau Interprofessionnel d'Etudes Analytiques: Recueil de méthodes d'analyses des communautés européennes*, Gennevilliers, France, 1976.
- [17] Wolf, J. P., *Manuel d'analyses des corps gras*. Azoulay; Paris, France, 1968.
- [18] A. A. Boakye, F. Wireko-Manu, I. N. Oduro, W. O. Ellis, M. Gudjonsdottir, and I. S. Chronakis, "Utilizing cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) for food and nutrition security: a review," *Food Science & Nutrition*, vol. 6, no. 4, pp. 703-713, 2018.
- [19] G. Livesey, "Metabolizable energy of macronutrients," *The American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 62, no. 5, pp. 1135S-1142S, 1995.
- [20] G. Pongracz, H. Weiser, and D. Matzinger, "Tocopherols-antioxydant," *Fat Science Technology*, vol. 97, no.3, pp. 90-104, 1971.
- [21] Colas B., *Purification, propriétés cinétiques et moléculaires de deux beta-glycosidases du suc digestif de Achatina balteata*. PhD Thèses, Université de Provence, France, 1977.
- [22] Bernfeld, P., *Amylase  $\alpha$  and  $\beta$ . Methods in enzymology 1*. S. P. Colswick and N.O.K., Ed. Academic Press Inc, New-York, pp. 149-154, 1955.
- [23] G. A. GBOGOURI, M. S. BAMBBA, D. Y. DIGBEU, and K. BROU, "Elaboration d'une Farine infantile composée à base d'ingrédients locaux de Côte d'Ivoire: quelles stratégies d'enrichissement en acides gras polyinsaturés oméga 3," *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 13, no. 1, pp. 63-75, 2019.
- [24] Lee, G. J., Wu, X., Shannon, G. J., Sleper, A. D. and Nguyen, T. H., *Soybean*, Chapter 1 in *Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants; Oil seeds* Kole, C., Ed.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, pp. 1-53, 2007.
- [25] F. U. Ugwuona, M. D. Awogbenja, and J. I. Ogara, "Quality evaluation of soy-acha mixes for infant feeding," *Indian Journal Science Research*, vol. 3, no.1, pp. 43-50, 2012.
- [26] Bama J., *Intérêt du fonio dans l'alimentation des diabétiques*. Thèse de pharmacie N°57, FSS/UO, Ouagadougou, 79 p., 1999.
- [27] Njantou D. B. E., *Optimisation du broyage des mangues séchées (mangifera indica variété Kent): influence sur les propriétés physicochimiques et fonctionnelles des poudres obtenues*. Thèse, Institut National Polytechnique de Lorraine, 151 p., 2006.
- [28] Ramilison L. M., *Production artisanale de farine de soja et de tofu et analyse comparative des propriétés physicochimiques des nutriments vis-à-vis des graines de soja*. Mémoire d'Ingénieur Agronome, Madagascar, 77 p., 2012.
- [29] Da-Gbadji R. R., *Evaluation de la qualité de quelques aliments de complément commercialisés au Bénin*. Mémoire d'Ingénieur Agronome, FSA, UAC, Bénin, 90 p., 2003.
- [30] V. J. Zannou-Tchoko, K. G. M. Bouaffou, K. G. Kouamé, and B. A. Konan, "Étude de la valeur nutritive de farines infantiles à base de Manioc et de soja pour enfant en âge de sevrage," *Bulletin de la société royale des sciences de liège*, vol. 80, pp. 748-758, 2011.
- [31] S. Soro, G. Konan, E. Elleingand, D. N'guessan, and E. Koffi, "Formulation d'aliments infantiles à base de farines d'igname enrichies au soja," *African Journal of Food Agriculture, Nutrition and Development*, vol. 13, no. 5, pp. 8316-8339, 2013.

- [32] Y. Henry, "Incorporation de proportions variables de matières grasses (huile d'arachide) dans le régime des porcs en croissance- finition, en relation avec le taux de matières azotées," *Annales de Zootechnie*, vol. 23, no. 2, pp. 171-184, 1974.
- [33] CAC (Commission du Codex Alimentarius), *Lignes directrices pour la mise au point des préparations alimentaires complémentaires destinées aux nourrissons du deuxième âge et aux enfants en bas âge (CAC/GL 08-1991)*, 2013. [Online] Available: [www.fao.org/input/download/standards/298/CXG\\_008f.pdf](http://www.fao.org/input/download/standards/298/CXG_008f.pdf) (June 22 2019).
- [34] Ihekoronye, A. I., and Ngoddy, P. O., *Integrated food science and technology for the tropics*. 1st Ed. McMillan publishers, 1985.
- [35] FAO/OMS, *Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires. Rapport des vingt –septième sessions du comité du codex sur la nutrition et les aliments diététiques ou de régime, ALINOM 06/29/26*, pp. 1-105, 2006.
- [36] J. M. Klang, S. T. Tene, A. D. Fombasso, A. B. T. Tsopzongz, and H. M. Womeni, "Application of Germinated Corn Flour on the Reduction of Flow Velocities of the Gruels made from Corn, Soybean, Moringa oleifera Leaf Powder and Cassava," *Journal of Food Processing & Technology*, vol. 10, no. 7, pp. 1-15, 2019.
- [37] WHO (World Health Organization), *Complementary feeding: report of the global consultation, and Abstract of guiding principles for complementary feeding of the breastfed child*. Geneva, Switzerland, 9 p., 2002.
- [38] K. H. Brown, "The importance of dietary quality versus quantity for weaning in less developed countries: a framework for discussion," *In Food and Nutrition Bulletin*, vol. 13, no. 2, pp. 86-94, 1991.
- [39] U. S. Onoja and I. C. Obizoba, "Nutrient composition and organoleptic attributes of gruel based on fermented cereal, legume, tuber and root flour," *Journal of Tropical Agriculture, Food, Environment and Extension*, vol.8, no. 3, pp. 162-168, 2009.
- [40] N. F. Fogny, E. Y. Madode, F. F. Laleye, Y. Amoussou-Lokossou, and A. P. Kayode, "Formulation de farine de fonio enrichie en ressources alimentaires locales pour l'alimentation complémentaire des jeunes enfants au Bénin," *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 11, no. 6, pp. 2745-2755, 2017.
- [41] D. Sauvart, "Productions animales: Granulométrie des rations et nutrition du ruminant," *INRA Production Animale*, vol. 13, no. 2, pp. 99-108, 2000.
- [42] T. Noda, S. Takigawa, C. Matsuura-Endo, S-J. Kim, N. Hashimoto, H. Yamauchi, I. Hanashiro, and Y. Takeda, "Physicochemical properties and amylopectin structures of large, small, and extremely small potato starch granules," *Carbohydrate Polymers*, vol. 60, no. 2, pp. 245-251, 2005.
- [43] G. A. Annor, M. Marcone, E. Bertoft, and K. Seetharaman, "In vitro starch digestibility and expected glycemic index of kodo millet (*Paspalum scrobiculatum*) as affected by starch–protein–lipid interactions," *Cereal Chemistry Journal*, vol. 90, no. 3, pp. 211-217, 2013.

## Interpretation of geophysical data and contribution to improving the knowledge of an oil and gas lead from the Congo Basin: Case of lead A in block 7 of the Cuvette Centrale basin in DR Congo

*Eli-Achille Manwana Mfumukani<sup>1-3</sup>, Joseph Pilipili Mawezi<sup>2-3</sup>, Raïs Seki Lenzo<sup>1-2-4</sup>, Lievens Masengo Mishindo<sup>5</sup>, Hugues Makima Moyikula<sup>2-4-6</sup>, Rally Kimpese Talong<sup>2-4</sup>, Grady Kalonji Lelo<sup>2</sup>, and Alidor Kazadi Mutambayi<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Department of Internal Geophysics, Center of Research in Geophysics (CRG), Kinshasa, RD Congo

<sup>2</sup>Department of Exploration and Production, Faculty of Oil, Gas and New Energies, University of Kinshasa, Kinshasa, RD Congo

<sup>3</sup>Department of Geosciences, Mash Wait Company, Kinshasa, RD Congo

<sup>4</sup>Laboratory for Hydraulic Development and Energy Production Engineering (LAH-IPE), University of Kinshasa, Kinshasa, RD Congo

<sup>5</sup>Department of Physics and Applied Sciences, National Pedagogical University, Kinshasa, RD Congo

<sup>6</sup>National Center for Remote Sensing (CNT), Kinshasa, RD Congo

---

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** The purpose of the present work is to use gravity and magnetic data to improve the knowledge of the lead A of the petroleum block 7 of the Cuvette Centrale sedimentary basin in the DR Congo. These data were processed using the regional-residual separation method in order to make a detailed study of the basement and the thick sedimentary cover. As a result, we noticed that this lead rests on a basement uplift zone wedged between the sub-basins of Busira in the west and Lomami in the east. It is therefore an ideal location to receive the oil and gas expelled from these two depocenters. The horizontal derivative maps allowed us to identify the multiple faults that cut into the geological formations due to compressive events and the lifting of the dome-shaped basement at this location. Thanks to 3D modeling we found that the compression that caused this significant uplift of the basement generated several antiformal folds and salt domes above this large dome. The Half-Width method was used to estimate the depth of certain identified sources. The integration of the R9 seismic profile in the interpretation of the data allowed us to have a much clearer picture on the important oil targets in this lead. At the end of this study we established a petroleum structural map of the region which improves our knowledge on the structures of petroleum interest having played a major role both in the process of migration of hydrocarbons and in their trapping.

**KEYWORDS:** geophysical data, knowledge, oil, gas, basin, Congo.

### 1 INTRODUCTION

The Cuvette Centrale sedimentary basin is an area with enormous mining and petroleum potential. Because of its oil potential in particular, this region has aroused the interest of many oil companies since the 1950s who have carried out multiple works based on geochemistry, geology, geophysics as well as the drilling of 5 wells. The results of all these studies suggest the existence of several petroleum systems in which hydrocarbons could have been generated (Mello, 2006 [1]). The structural model which was highlighted at the end of these studies made it possible to subdivide this basin into several sub-basins separated by structural highs. The seismic structural interpretation made in 1988 by Exploration Consultant Limited (ECL) [2]

identified most of these structural highs as leads. In all case the highlighted areas of closure are extremely large but require a denser seismic grid for better definition. As part of this study, we will deepen our knowledge of lead A in block 7, which has an area of approximately 1,905 km<sup>2</sup> (fig. 1).

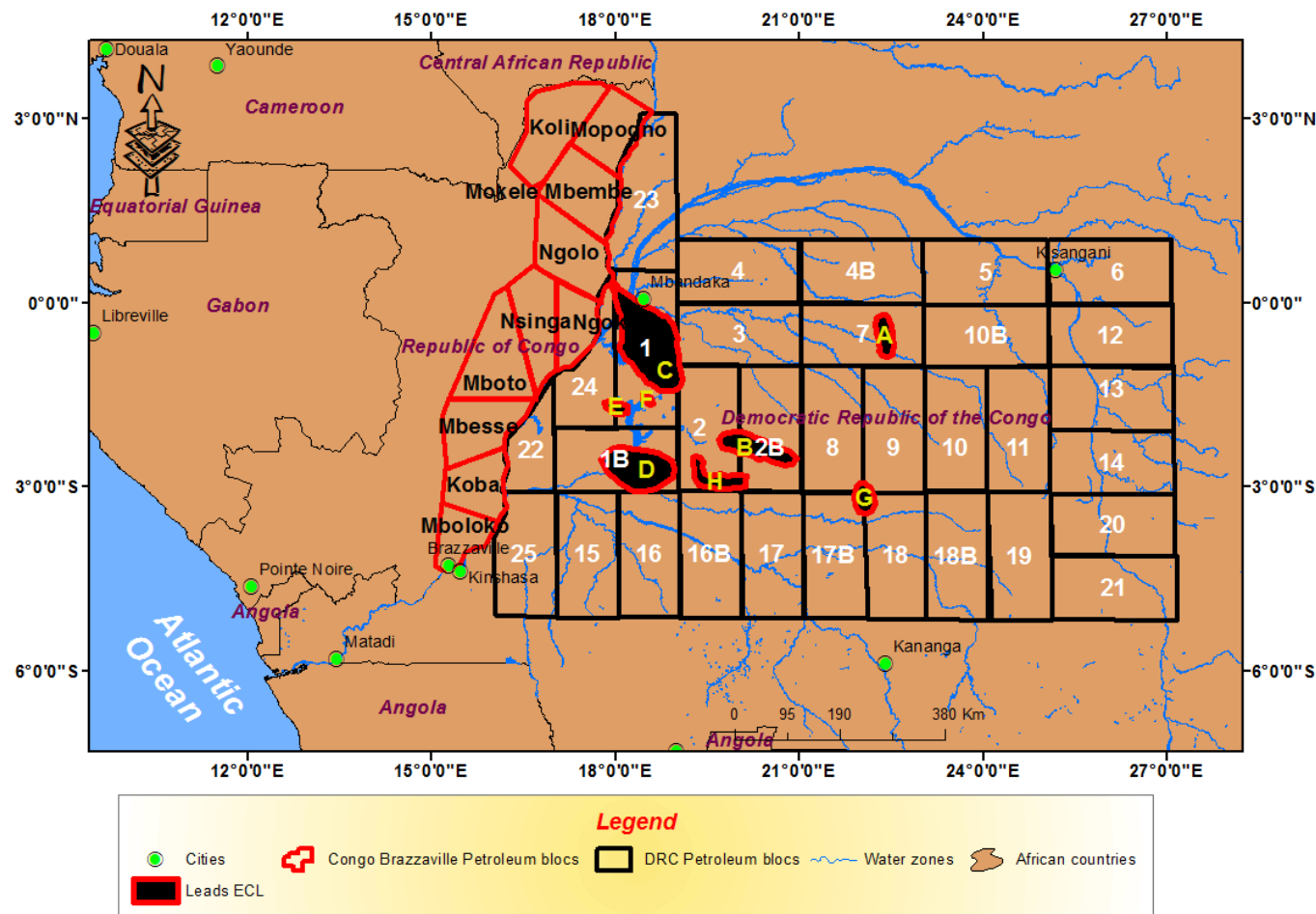


Fig. 1. Map of the location of the different leads of the Cuvette Centrale basin

## 2 MATERIAL AND METHOD

We used several data processing methods to achieve the final result. A reduction the pole (RTP) filter was previously applied to the magnetic data in order to eliminate distortions of anomalies. These were then mapped using the Minimum Curvature interpolation method. The Bouguer anomalies were mapped using Kriging as an interpolation method and separated into regional and residual anomalies in order to make a detailed study of the basement and the thick sedimentary cover. Then these gravity and magnetic data were transformed into horizontal derivative maps and modeled in 3D in order to better identify the structures. Tracing the profiles allowed us to use the Half-Width method to estimate the depth of the sources. Finally, all the results obtained were calibrated with the R9 seismic profile in order to have a clear image of the oil targets in this lead. Note also that several earth science modeling software such as Geosoft Oasis montaj, OriginPro, ArcGis and Golden Surfer allowed us to do this work.

### 3 GENERAL OVERVIEW OF THE STUDY AREA

#### 3.1 LOCATION

The Block 7 of the Cuvette Centrale basin is entirely located in the province of Tshuapa in DR Congo and it crosses the territories of Boende, Bokungu and Ikela. It is located between 21° and 23° east longitude and 0° and 1° south latitude. It has an area of approximately 25,000 km<sup>2</sup> (fig. 2).

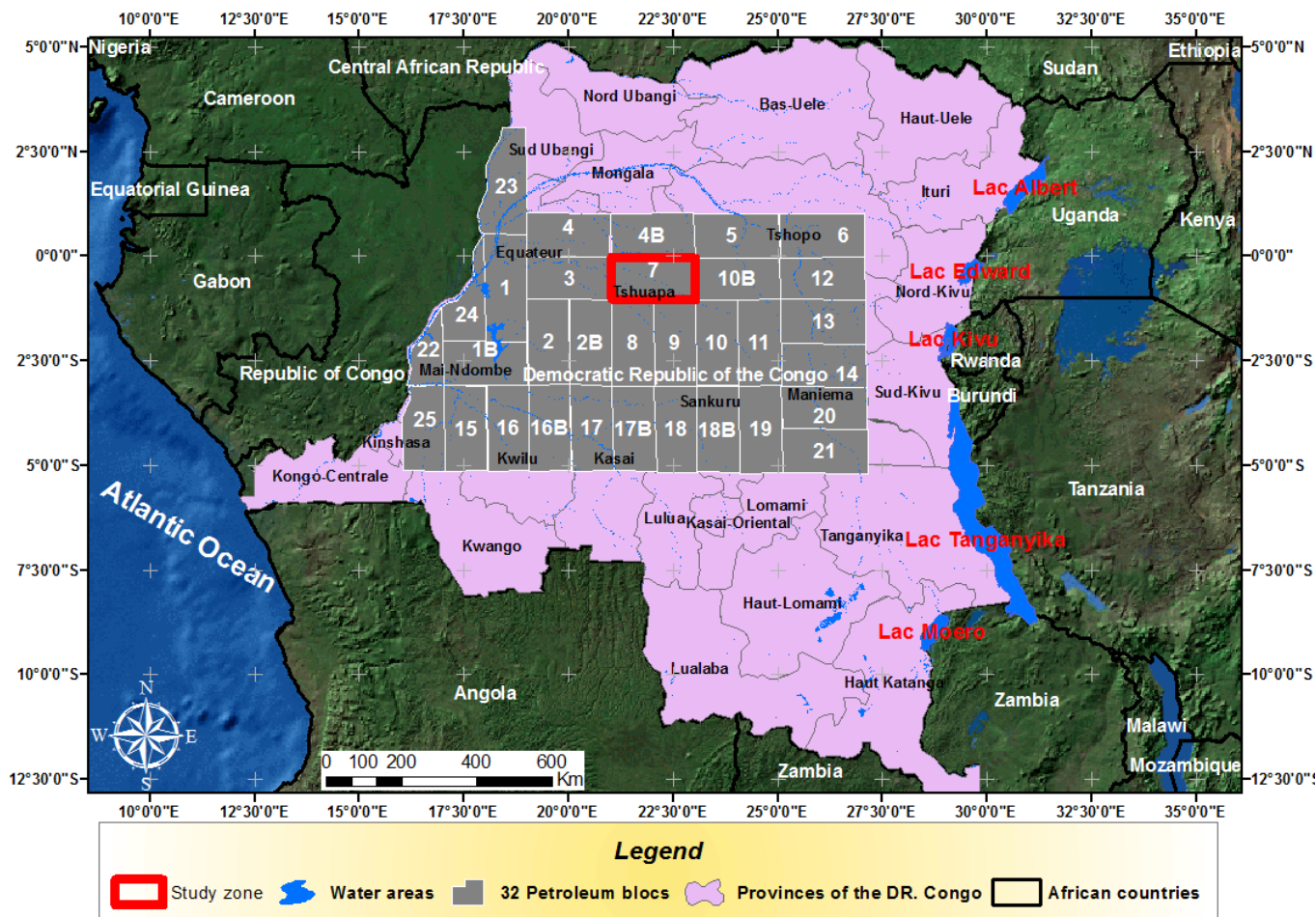


Fig. 2. Map of the location of block 7 of the Cuvette Centrale basin

#### 3.2 GEOGRAPHY OF THE STUDY AREA

The area is characterized by the predominance of evergreen rainforest type rainforest landscapes. We also observe floodable and / or swampy forests along rivers and streams. The province of Tshuapa is classified in the zone "Af" in the classification of Koppen in which the dry season is almost non-existent because the climate which reigns there is of equatorial type with an average annual rainfall of the order of 2,000 mm. However, there is a marked decrease in rainfall in January and February. The wettest period is from August to October and the duration of the least rainy period (January-February) is less than 2 months (COMIFAC, 2005 [3]).

The relief of the area is characterized by marshy or floodable lowlands. Its altitude varies from 310 m in the west of the zone in the territory of Boende to 460 m in the territories of Ikela and Djolu in the east. The compilation of elevation data acquired during gravity and magnetic surveys carried out in this area allowed us to produce a Digital Terrain Model (fig. 3). Note also that the area has a large network of rivers, the most important of which are the Lomela and Tshuapa rivers.

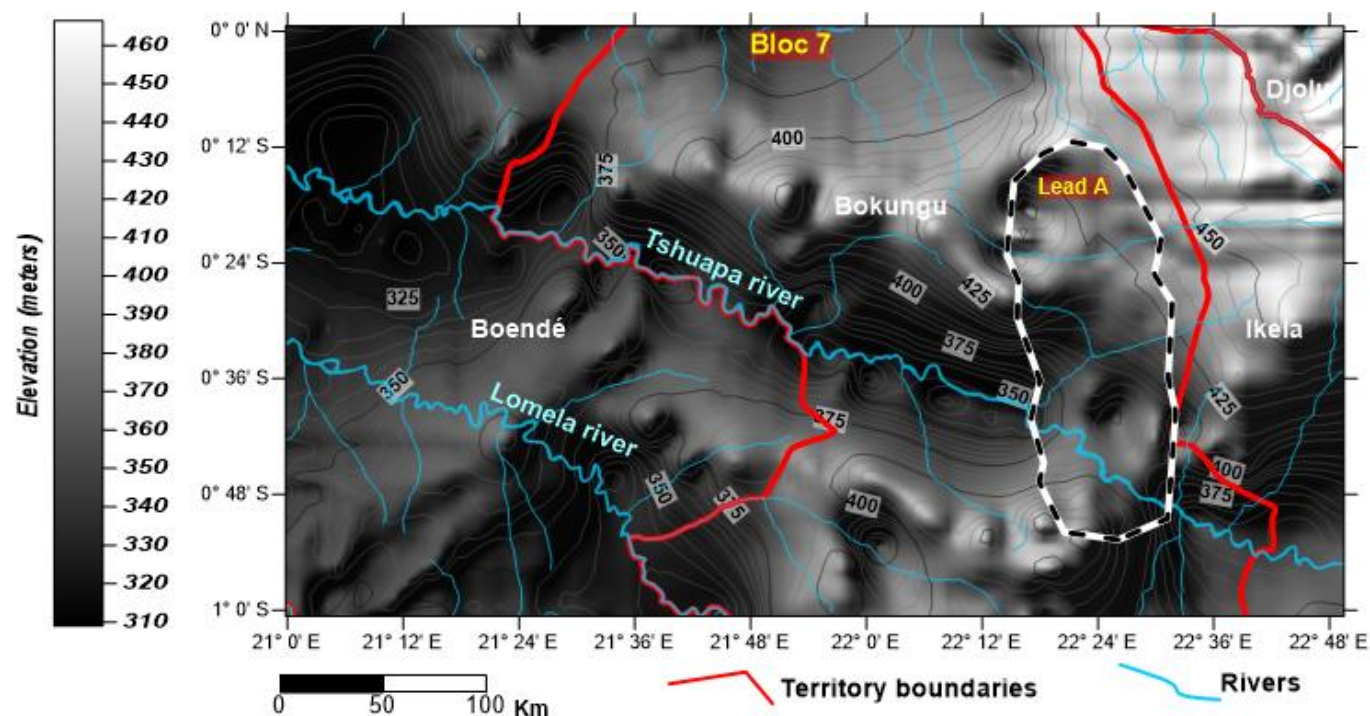


Fig. 3. Digital Terrain Model of the Block 7

### 3.3 GEOLOGY AND OIL INTEREST OF THE STUDY AREA

The area is mainly occupied by Cretaceous geological formations. The regional stratigraphy has been partially studied by the Samba-1 stratigraphic borehole (0°09'45"N; 21°15'10"E) located along the Maringa River in the northern part of the Tshuapa province. That borehole cuts through 1,167 m thick subhorizontal, red to green, bedded sandstones and mudstones, and then 871 m thick red quartzitic sandstones. The hole ends at a depth of 2,038 m, and does not reach the base of the quartzites (Bastien Linol and al 2015 [4]). As a result, the entire sequence from the lower Paleozoic to the Neoproterozoic was therefore not crossed by this well.

This drilling stopped at the base of the Upper Zaire Sequence (UZS) which is the equivalent of the "schisto-sandstone" series (Aruwimi group of the Middle Paleozoic) containing good reservoirs. More than 873 m thick in this borehole, this sequence contains two main play types. From top to bottom we have the Banalia red arkoses (Porosity: 13%; Permeability: 0.8 to 9.5 md) and the Galambonge sandstones (Porosity: 20%; Permeability: 14 md) (Unocal, 1987 [5]). These geological formations have the advantage of being based on thick horizons of source rocks: The Banalia arkoses rest on the Alolo black shales which have a Total Organic Carbon (TOC) of 3% while the Galambonge sandstones are trapped between the Alolo black shales which plays the role of cover rock on the top and the Kole and Mamungi formations (TOC: 5%) on the bottom. The Bobwamboli sandstones in the Lower Zaire Sequence (LZS) which is the equivalent of the Lokoma group of the Lower Paleozoic could also be an excellent reservoir.

The integration of all geological, geochemical and geophysical data available today suggested that the Congo Basin is an overcharged petroliferous basin that could be considered, today, one of the last province in Africa to hold giant to super-giant light oil, condensate and gas accumulations. The presence of oil seeps widespread around most of the Congo Basin suggests a light oil / gas prone system (Eni, 2011 [6]). The sizes of the structural highs considered as leads could be more than 1,000 km<sup>2</sup>. Calculations based on lead A area provide a guide to the potential "In-place size" of oilfields which might be discovered. The in-place reserves were evaluated to 2.8 X 10<sup>9</sup> bbls (ECL, 1988 [2]).

## **4 GEOPHYSICAL DATA**

### **4.1 GRAVITY DATA**

The gravity data used in this work were acquired by the “Société de Recherche Minière en Afrique” (REMINA) which collected around 6,550 stations in the Congo Basin between the years 1952 and 1956 (P. Evrard, 1957 [7]). These data were provided to us by the “Société Nationale des Hydrocarbures du Congo” (SONAHYDROC). They were then reduced using the classical Bouguer anomaly formula for a reduction density of  $2.67 \text{ g/cm}^3$  in which a series of corrections is applied to the measurements in order to eliminate the non-geological causes of variations in the gravity, including topographic correction.

### **4.2 MAGNETIC DATA**

The magnetic datasets used for the study come from the African Magnetic Mapping Project (AMMP). The project, realized by Paterson, Grant & Watson Limited (PGW), in collaboration with GETECH and ITC, compiled all the available airborne and marine magnetic surveys (approximately 800) for the continent of Africa. These data have been acquired between 1948-1992 largely for hydrocarbon and mineral exploration interest. Focusing on the study area, several acquisition surveys have been performed by CGG service company in 1987. The flying height was approximately 1372 meters above the sea level.

Note also that the seismic profile of line R9 with a length of approximately 77 km oriented in the NW-SE direction acquired near the Tshuapa river was calibrated with gravity and magnetic profiles to have a better image of the main oil targets in this lead.

## **5 INTERPRETATION OF GEOPHYSICAL DATA**

### **5.1 BOUGUER ANOMALY MAP**

The Bouguer anomaly represents the attraction effect produced by the density of geological masses. It is the variations in density in the terrestrial globe which will create variations in gravity: below a heavy body gravity will be stronger than below a light body (J. Dubois and al., 2011 [8]). Gravity anomalies result from the difference in density, or density contrast, between a body of rock and its surroundings. For a body of density  $\rho_1$  embedded in material of density  $\rho_2$ , the density contrast  $\Delta\rho$  is given by the equation (1):

$$\Delta\rho = \rho_1 - \rho_2 \quad (1)$$

The sign of the density contrast determines the sign of the gravity anomaly (Philip Kearey, 2002 [9]).

On the Bouguer anomaly map below (fig. 4), the scale of values indicates that all of the Bouguer anomalies values are negative. It is justified by the fact that several kilometers thick of sedimentary rocks having an average density of  $2.37 \text{ g/cm}^3$  rest on a Precambrian crystalline basement having an average density of  $2.73 \text{ g/cm}^3$ . The sediment / basement density contrast of is therefore, in our case, negative.

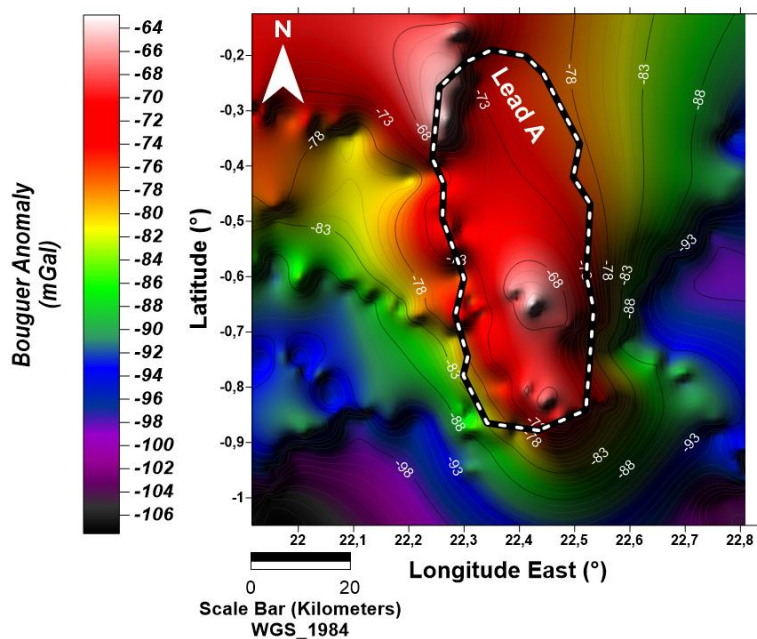


Fig. 4. Bouguer Anomaly Map of lead A

The map above allows us to better understand the structural configuration of our study area. High anomalies intensities (-78 to -64 mGals) cover the entire central part of the area, thus revealing the presence of high density materials. A very dense and shallow igneous and metamorphic basement would be at the base of this gravity high. By moving away from either side of this structure, the anomalies gradually decrease to reach values lower than -106 mGals to the east and the west of the zone indicating the presence of a subsided basement filled correlatively by a substantial sedimentary thickness.

## 5.2 GRAVITY REGIONAL ANOMALIES MAP

The spatial distribution of regional anomalies (fig. 5) is identical to that of the Bouguer anomaly map.

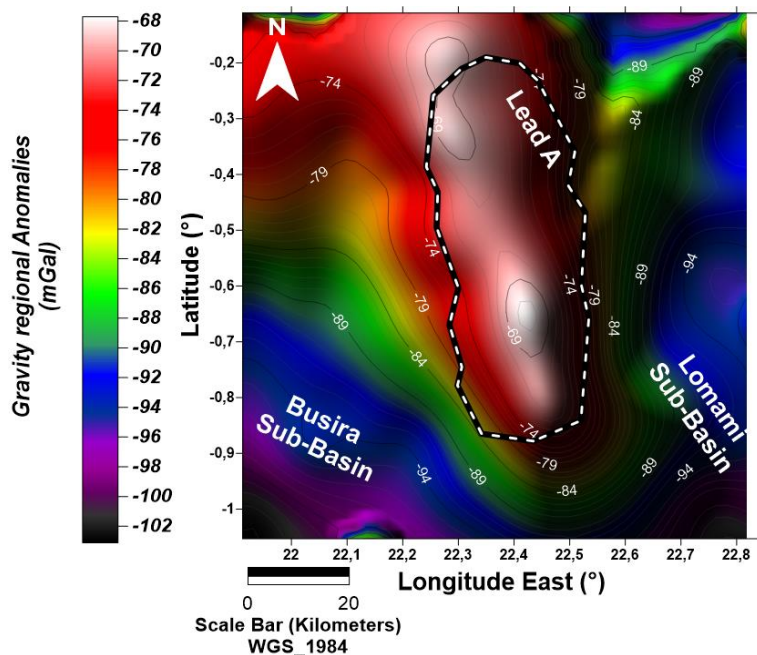


Fig. 5. Gravity regional anomalies map of lead A

The gravity high surrounded by significant negative anomalies is clearly identifiable on this map. It is a large horst of N-S orientation wedged between two depressions which are the sub-basins of Busira in the west and Lomami in the east. The demarcation between the horst and the depressions is so clear that it reveals the presence of major faults. Being a structural high bounded on both sides by vast depocenters, the lead A is ideally placed to receive the hydrocarbons expelled from these depocenters. It should also be noted that the compression and basement uplift at this location certainly favored the generation of vast antiformal folds in the sedimentary column which are very interesting targets in petroleum exploration.

Profile A below drawn perpendicular to the horst direction gives us several information on the extension of this horst and the contrast of anomalies which it induces (fig.6).

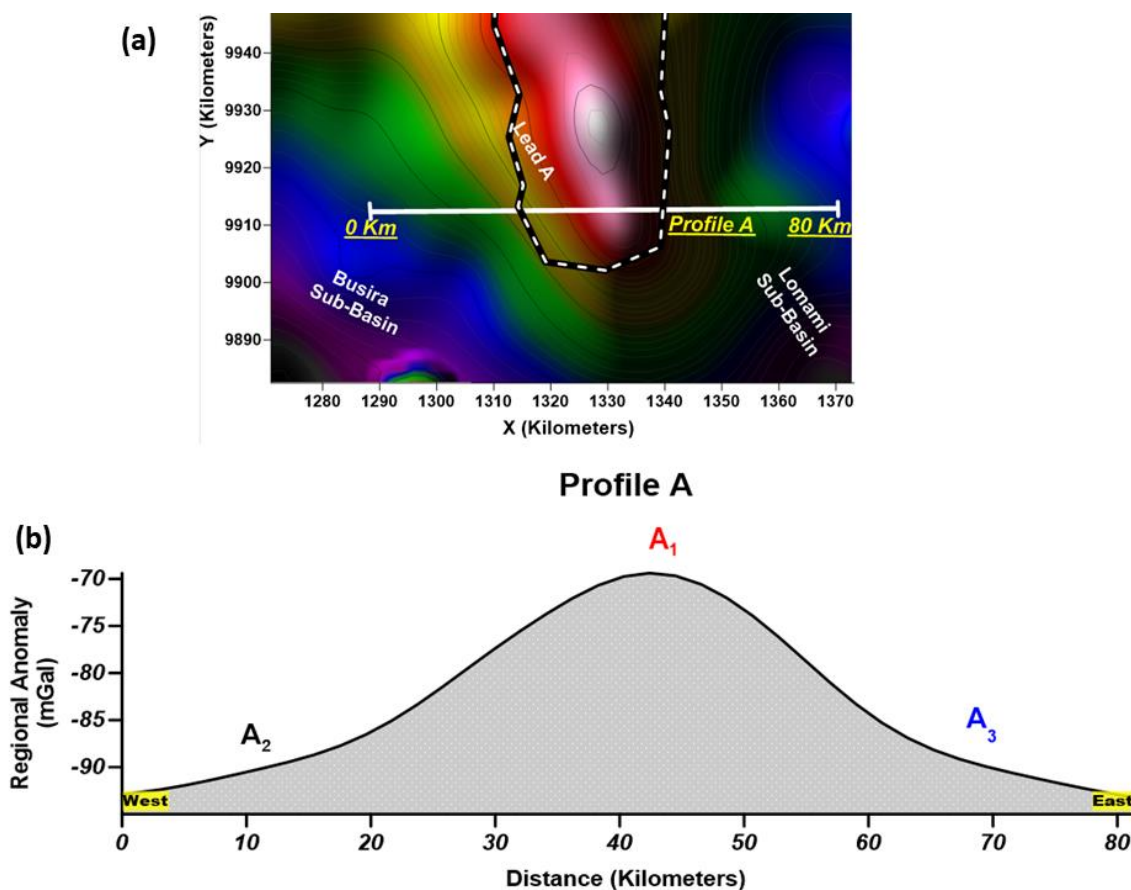


Fig. 6. (a) Location of profile A on the gravity regional anomalies map; (b) Profile A

This profile drawn in the southern part of the lead over a length of about 80 km perfectly illustrates the structure of this area. High intensities of anomalies ( $\Delta g$  max = -70 mGals) are observed in the center of the profile (Anomaly A<sub>1</sub>), indicating the presence of a horst. On both sides of this structure, we observe strong gravity depressions (Anomaly A<sub>2</sub> and Anomaly A<sub>3</sub>) with values reaching -95 mGals. Such depressions indicate the gravimetric signatures of the collapse ditches. We also note that this uplift is very limited by very large contrasts of intensity, thus revealing the gravimetric signature of the faults.

### 5.3 GRAVITY RESIDUAL ANOMALIES MAP

After the attenuation of the regional field, we notice the appearance of residual anomalies of small extension and short wavelengths. The residual anomalies map shows us small local disturbances in the gravitational field which are secondary in dimension but essential in the study of shallow geological structures (fig. 7).

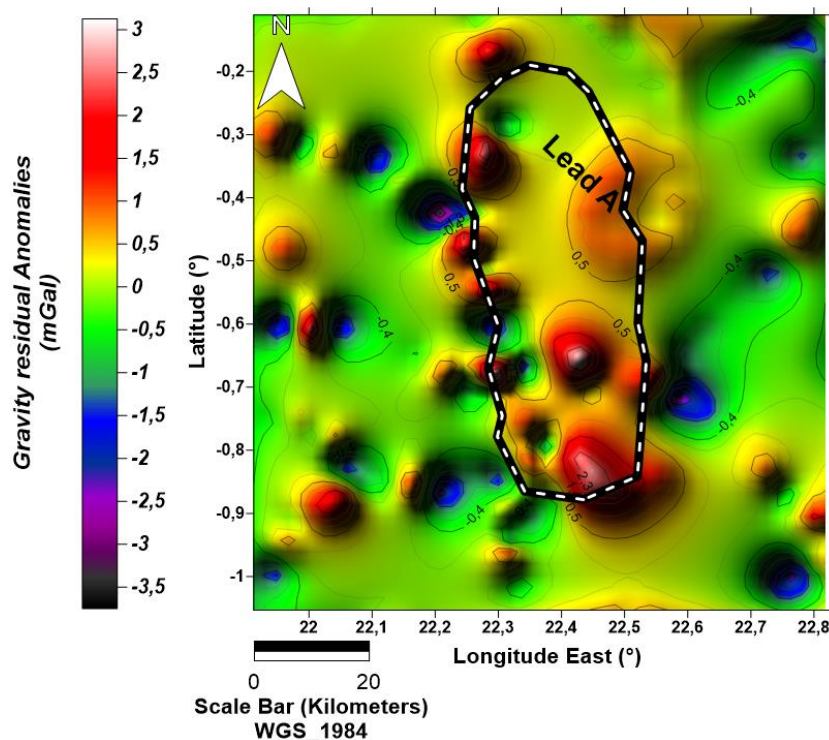


Fig. 7. Gravity residual anomalies map of lead A

The amplitude and characteristics of the gravity anomaly depend on the depth, the degree of sedimentary deformation and the integration of the basement in the studied geometry (Maroua ELFESSI, 1996 [10]). The sources generating residual anomalies in a sedimentary basin are generally the geological structures located in the sedimentary cover (salt domes, faults, folds, etc.). The quasi-circular shape and the intensity of these anomalies tell us about the type of structures present in this area:

- Positive anomalies indicate the presence of antiformal folds affecting the sedimentary cover. Indeed, an anticline produces a positive and symmetrical gravity anomaly. This is how we observe several positive residual anomalies on the lead A which would be antiformal structures generated by the compression and the basement uplift at this place. Note also that a magmatic intrusion in the sedimentary column could generate similar positive anomalies.
- Negative anomalies indicate the presence of synformal folds or salt domes. Indeed, several studies have attested the presence of a salt tectonic in the structural evolution of the Congo Basin. Since salt is a lighter substance than the surrounding rocks, there will be a negative density contrast which will have the effect of locally reducing the intensity of the anomalies. This is how we generally observe negative gravity anomalies over the salt domes.

Profile B below has been drawn along the seismic line R9. Going from NW to SE, over a length of about 74 km, this gravity profile revealed four main anomalies in circular form which we name B1, B2, B3 and B4 (fig.8).

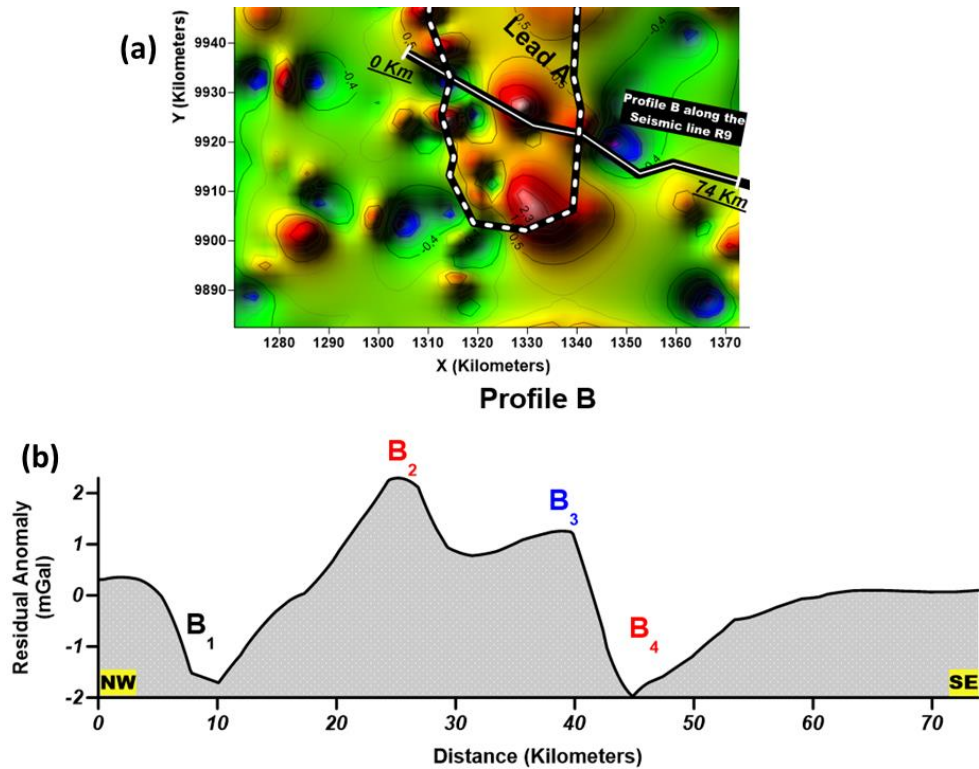


Fig. 8. (a) Location of profile B on the gravity residual anomalies map; (b) Profile B

The anomalies B<sub>1</sub> and B<sub>4</sub> are circular and negative, thus revealing the presence of an uplift of a low density substance. The salt dome hypothesis would be the most plausible in these two places. The B<sub>2</sub> and B<sub>3</sub> anomalies are also circular but positive in turn. The presence of a magmatic intrusion would produce similar anomalies, however the hypothesis of antiform folds in the sedimentary column would be the most plausible at these two locations. Indeed, these two anomalies are superimposed on the large regional anomalies A<sub>1</sub> which corresponds to a significant basement uplift, as previously mentioned, would generate antiform folds. Note also that the uplift followed by the folding of the very dense schisto-limestone (Upper Neoproterozoic - Lower Paleozoic) series could increase the values of the anomaly.

#### 5.4 GRAVITY HORIZONTAL DERIVATIVE MAPS

The horizontal derivative filters along the X and Y directions made it possible to determine the lateral density contrast zones which we separated into positive and negative axes according to the value of their intensity (fig. 9).

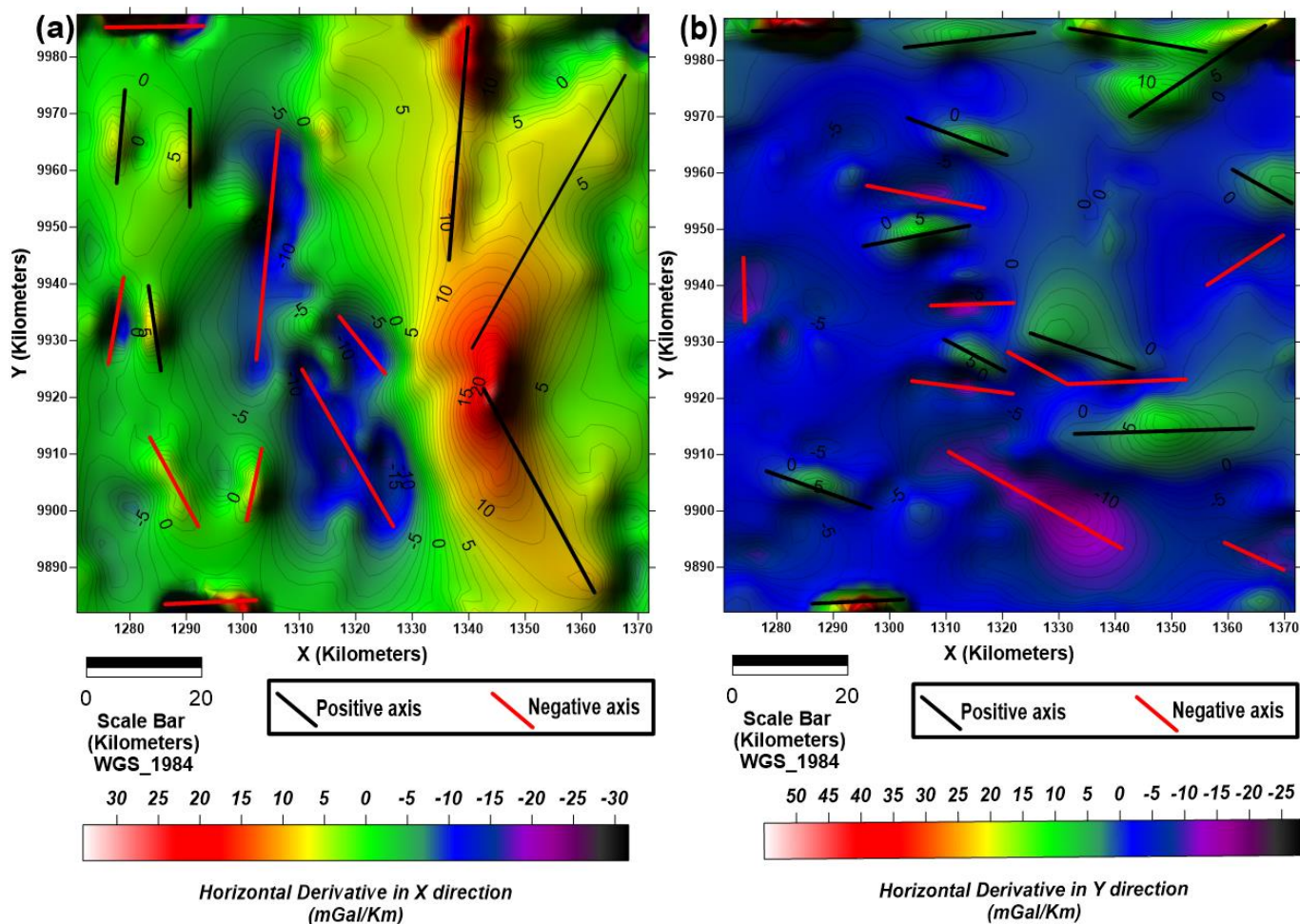


Fig. 9. Gravity horizontal derivative maps: (a) in X direction; (b) in Y direction

These axes are lineaments revealing the presence of several major tectonic accidents such as faults or lateral geological contacts. Note that the application of the horizontal derivative along the X axis has allowed us to locate the major lineaments parallel to the direction of the large horst, while the horizontal derivative along the Y axis has highlighted the lineaments oriented perpendicular to this one and secondary in dimension.

## 5.5 MAGNETIC ANOMALY MAP

The magnetic anomaly map has been reduced to the pole (RTP) in order to reposition the magnetic anomalies above the sources that caused them. To do this, we used the IGRF (International Geomagnetic Reference Field) geomagnetic model from 1985. This magnetic anomaly map RTP shows us very few lateral variations in intensity of anomalies because the high intensities (reddish color) cover approximately the  $\frac{3}{4}$  of the map. Nevertheless, we note some average anomalies of quasi-circular shapes in the north and in the center, as well as important negative anomalies in the southeast of the map (fig. 10).

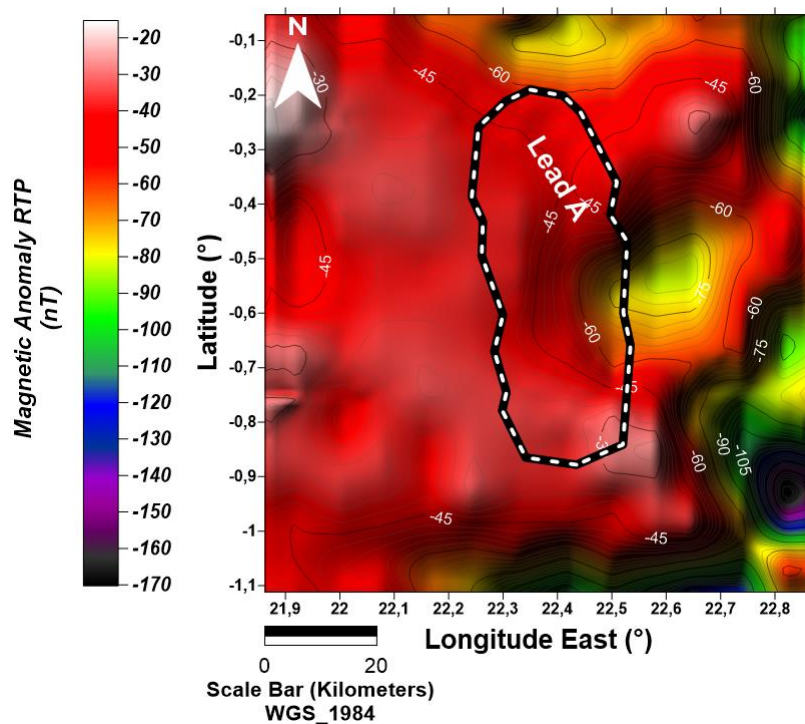


Fig. 10. Magnetic anomaly map RTP

We saw that the fundamental parameter in the gravity modeling was the density. In geomagnetism, it is the magnetic susceptibility of rocks which plays a similar role. It allows to characterize the composition of the rocks. Table 1 below gives some values of the magnetic susceptibility of rocks.

Table 1. Magnetic susceptibility of rocks (Michel Chouteau, 2002 [11])

Rock type	Average magnetic susceptibility x 10 <sup>-4</sup>
Basic igneous rocks	2600
Acid igneous rocks	650
Metamorphic rocks	350
Sedimentary rocks	75

We therefore find that igneous and metamorphic rocks have a very high magnetic susceptibility compared to sedimentary rocks. The magnetic anomaly map RTP tells us about the structure and composition of the rocks in this area. The high intensities reveal the presence of a regional uplift of the igneous and metamorphic rocks of the crystalline basement and the low intensity values in the southeast are correlated with the low intensities of gravity regional anomalies in the same place. They are certainly due to the subsidence of the basement and the thick sedimentary cover of very weak magnetic susceptibility. On the lead we observe high intensities of magnetic anomalies that can be correlated to high intensities of gravity regional anomalies which shows a significant basement uplift at this location accompanied by a probable mafic intrusion.

Like profile B, profile C below was also drawn by crossing lead A along the R9 seismic line over a length of approximately 74 km. Three large magnetic anomalies were detected (fig.11).

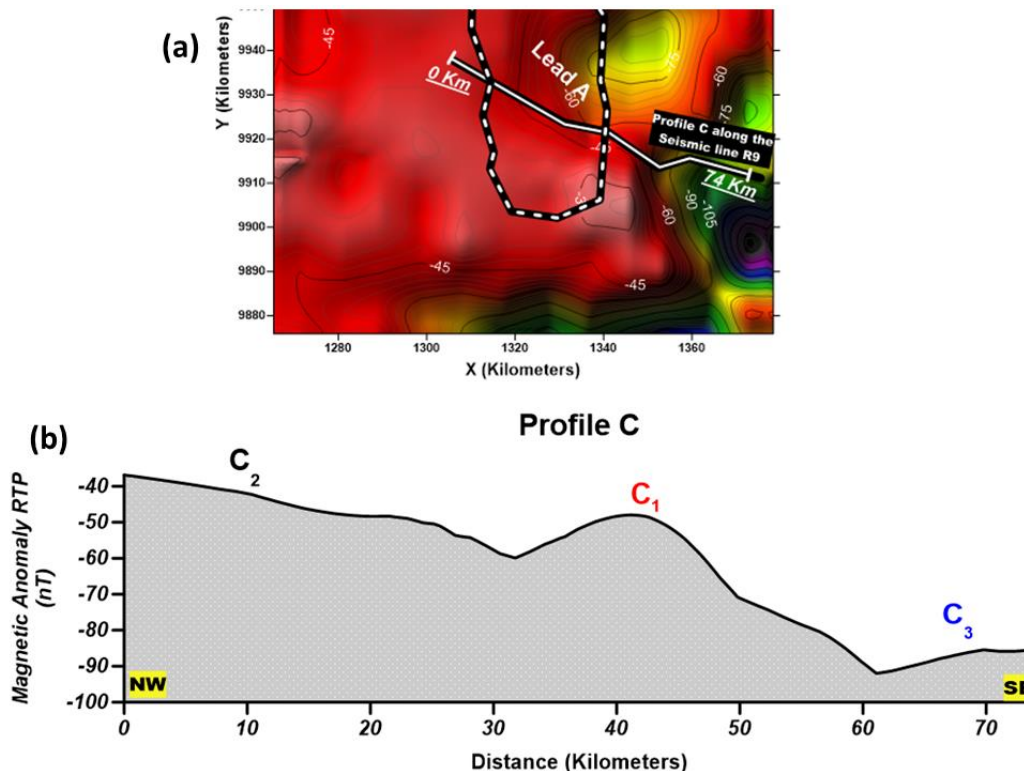


Fig. 11. (a) Location of profile C on the magnetic anomaly map RTP; (b) Profile C

The anomaly C<sub>1</sub> corresponds to a mafic intrusion into the crystalline basement. This anomaly is separated from C<sub>2</sub> by a slight depression in the basement about 32 km from the profile. The C<sub>2</sub> anomaly also shows high intensities in the Northwest part, thus revealing the predominance of probably volcanic igneous rocks of very high magnetic susceptibility in the basement. Indeed, the more basic a rock, the higher its magnetite content (and therefore its susceptibility). For example, gabbros and ultrabasic rocks are generally more magnetic than a granite. Anomaly C<sub>3</sub> corresponds to the Lomami sub-basin because the sedimentary material of low magnetic susceptibility is very thick in the area.

### 5.6 HORIZONTAL DERIVATIVES MAPS OF THE MAGNETIC ANOMALIES RTP

The horizontal derivative filters of the magnetic anomalies RTP along the X and Y directions revealed a very large number of lineaments in this area. These lineaments were also separated into positive and negative axes based on their intensity (fig. 12).

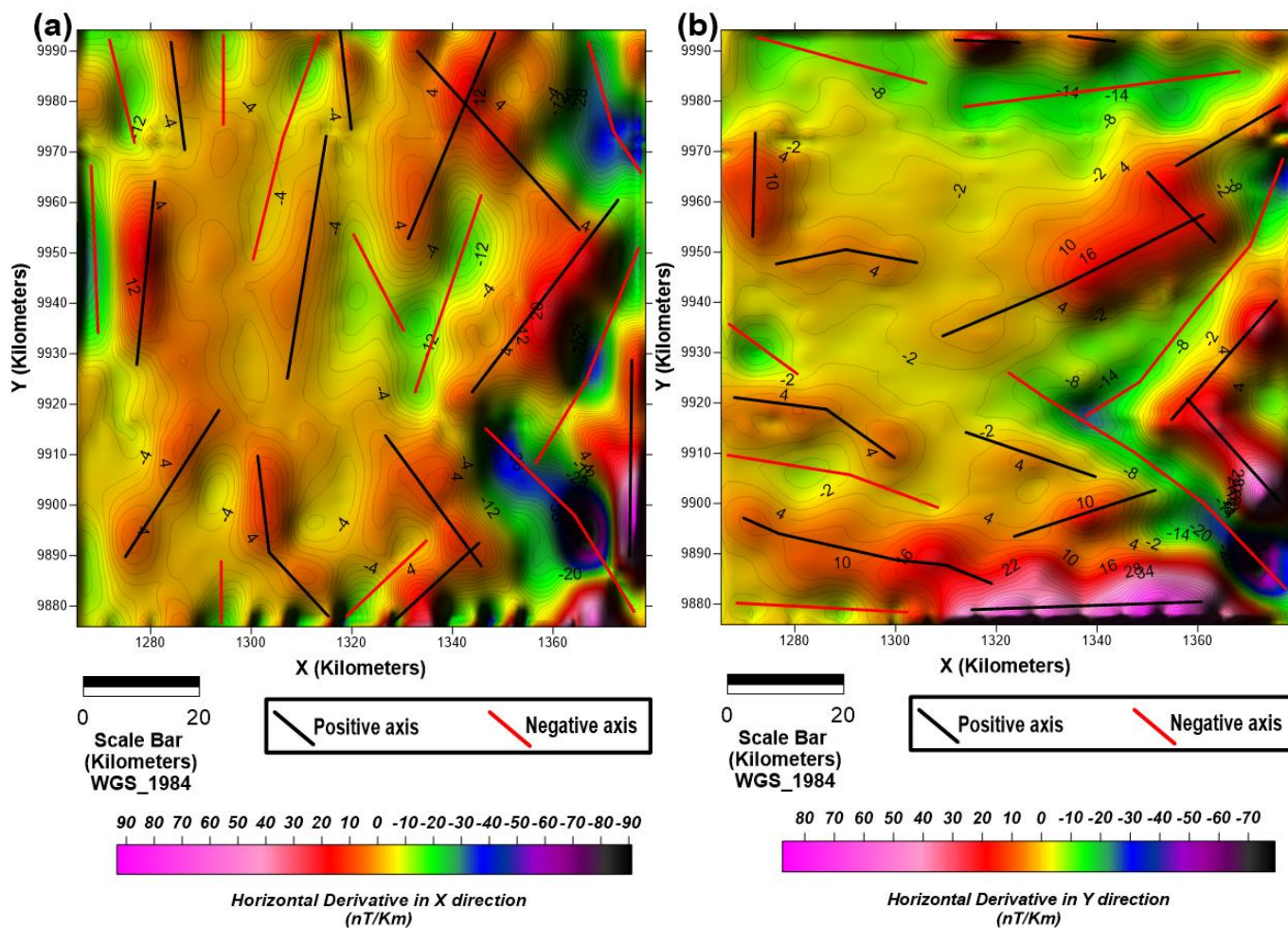


Fig. 12. Horizontal derivatives maps of the magnetic anomalies RTP: (a) in X direction; (b) in Y direction

We note that these tectonic accidents appear to be more numerous and, in general, more widespread than those identified by the gravity horizontal derivative maps. Since magnetic anomalies are essentially linked to the basement, these structures therefore reveal significant tectonic activity which affected the basement. However, the majority of the structural highs in the Congo Basin were formed and reactivated respectively by the Pan-African (Neoproterozoic-Paleozoic) and Hercynian (Permo-Triassic) compressive events. This is how we think that in addition to the basement, most of these faults also affected the sedimentary sequence from the Neoproterozoic to the lower Mesozoic. Recent sedimentary sequence would be less disrupted.

### 5.7 DEPTH ESTIMATION OF SOURCES BY THE HALF-WIDTH METHOD

This method uses the projection of a certain point on the anomaly curve to have a direct estimate of the depth (Bouyahiaoui Boualem, 2010 [12]). Gravity and magnetic anomalies decay with the inverse square of the distance from their source so that anomalies caused by deep structures are of lower amplitude and greater extent than those caused by shallow sources. This wavenumber–amplitude relationship to depth may be quantified to compute the maximum depth (or limiting depth) at which the top of the anomalous body could be situated.

Using the simple model of an infinite vertical cylinder, the calculation of the depth of circular gravity and magnetic anomalies crossed by our different profiles is obtained by the following formulas:

For a magnetic anomaly:

$$h = 1,3 x_{1/2} \tag{2}$$

In the case of a gravity anomaly, this formula becomes:

$$h = x_{1/2} \tag{3}$$

Where  $x_{1/2}$  is the half-width of the anomaly at half-amplitude and  $h$  the maximum depth of the body.

Note that in the latter case, this method gives very high depths because gravimetry gives above all the depth of the center of the mass of a body than that of its top. Hence for a gravity anomaly, the depth of the top of a body is much less than the depth of its center. We then note:

$$h < x_{1/2} \tag{4}$$

Figure 13 below illustrates the different depth values calculated for the gravity and magnetic anomalies detected on profiles B and C. As the anomaly C3 is not completely crossed by profile C, its complex shape on this profile did not allow to estimate its depth. This is how we drew a new N-S profile completely crossing this circular magnetic anomaly to estimate its depth.

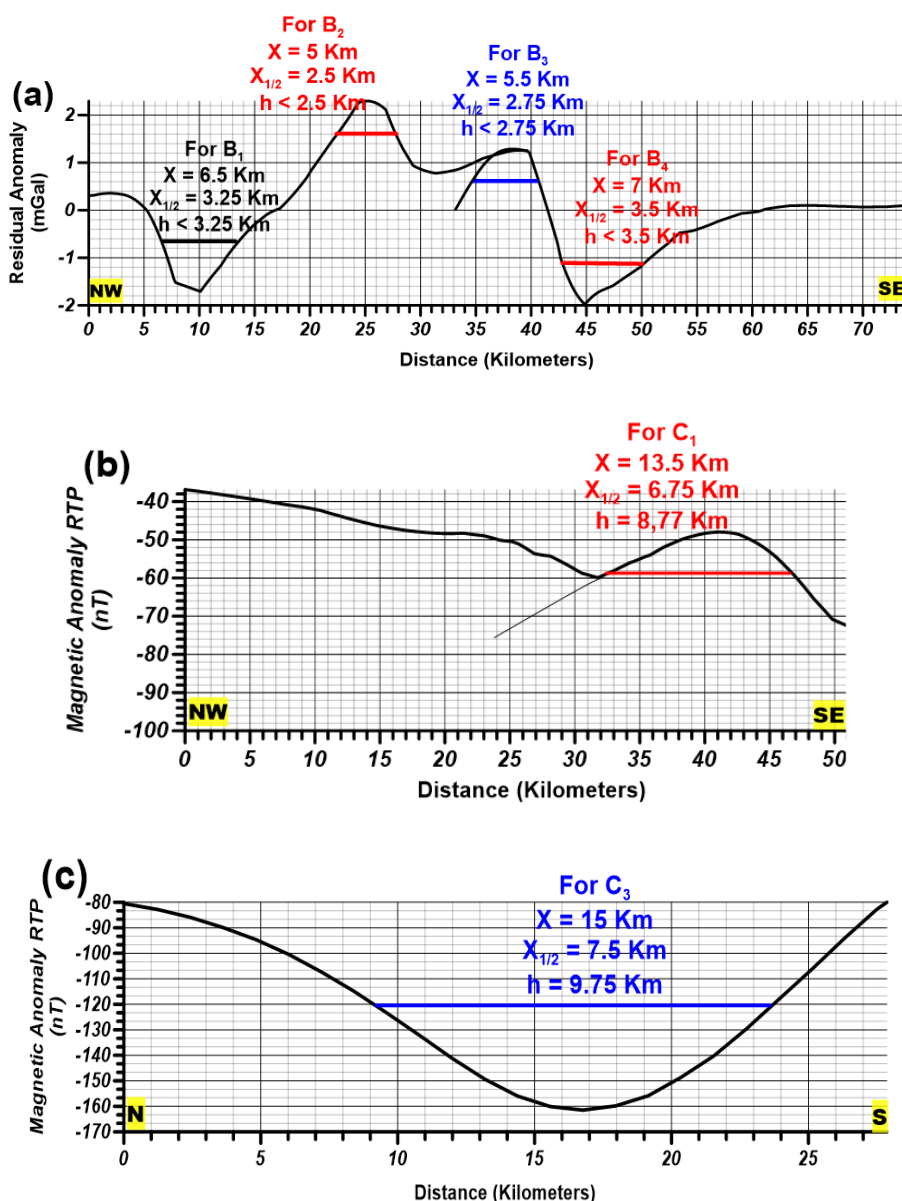


Fig. 13. Estimation of the sources depth on profiles B and C by the Half-Width method

The table 2 below summarizes all the depth values obtained for anomalies B1, B2, B3, B4, C1 and C2.

Table 2. Depths of sources

Anomalies	B1	B2	B3	B4	C1	C2
$X_{1/2}$ (km)	3.25	2.5	2.75	3.5	6.75	7.5
Depth (km)	$h < 3.25$	$h < 2.5$	$h < 2.75$	$h < 3.5$	$h = 8.77$	$h = 9.75$

The large amplitude and short wavelength gravity anomalies crossed by profile B have enabled us to identify structures with depths of the order of 2.5 to 3.5 km. Each of these structures, that are the salt domes for B1 and B4 as well as antiformal folds for B2 and B3, could constitute targets of major interest for the exploration of hydrocarbons. The very high depths obtained for the magnetic anomalies C1 and C2, indicate to us that these anomalies of long wavelengths come from the crystalline basement.

5.7.1 3D MODELING OF ANOMALIES

One of the advantages of converting gravity and magnetic data into a three-dimensional model of the subsurface is that the very visual final product allows explorers to better see and understand the distribution of the density and magnetic susceptibility of geological formations. In the figure 14 below, a 3D model has been generated by integrating the regional and residual gravity anomalies as well as the magnetic anomalies RTP.

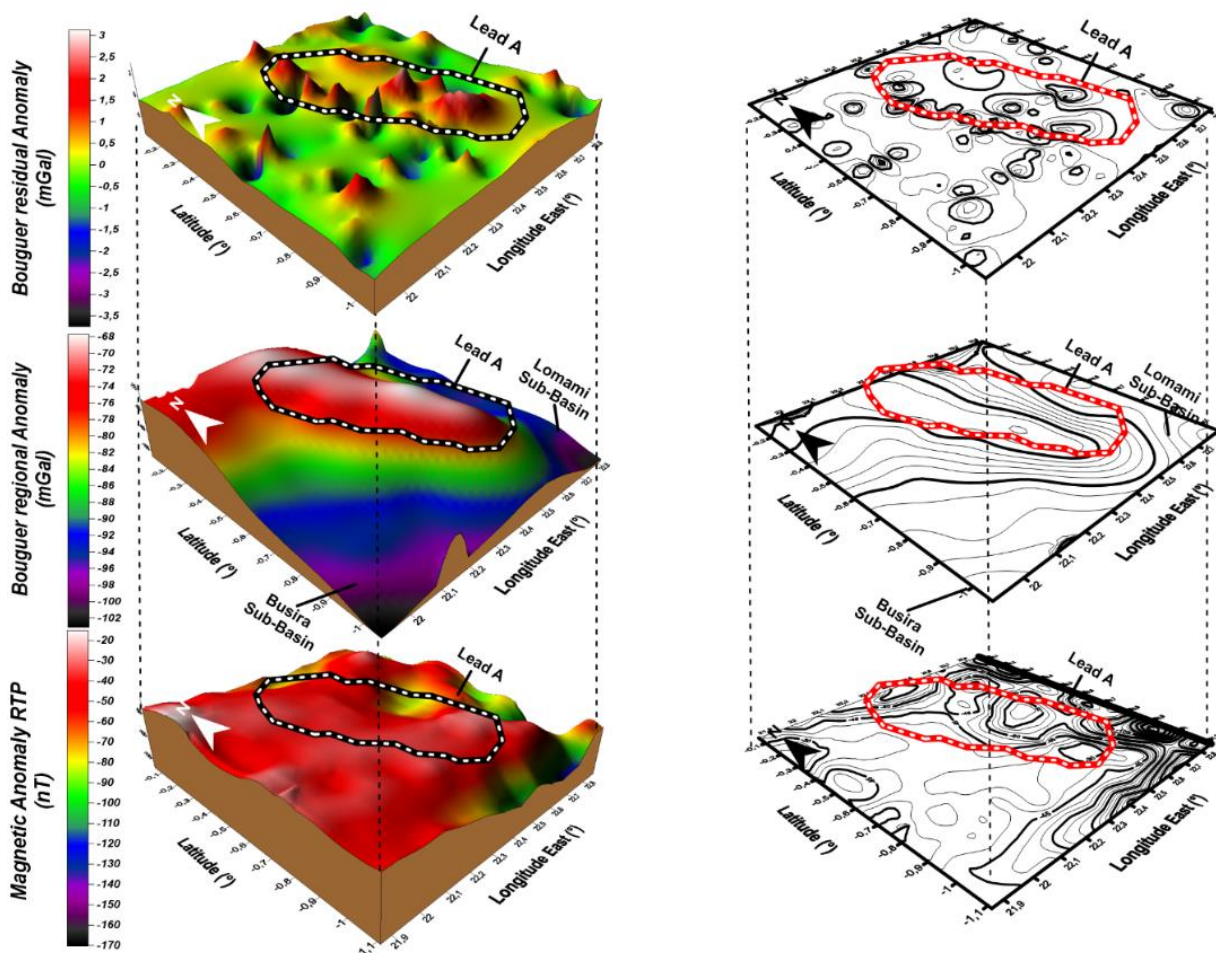


Fig. 14. 3D model of the anomalies

This model allows us to:

- Visualize the topography of the crystalline basement and get a first idea of its composition using the analysis of variations in gravity regional anomalies and magnetic anomalies;
- Have a much clearer overview of the various petroleum targets that could be the subject of much more exploration such as seismic and / or exploration drilling.

The very high magnetic anomalies on the lead correlate perfectly with the high intensities of gravity regional anomalies. We therefore confirm the hypothesis of a basement uplift accompanied by a possible mafic intrusion. Indeed, for igneous rocks, the density and magnetic susceptibility generally increase as a function of basicity. This is how basic and ultrabasic rocks are generally denser and more magnetic than acidic rocks. The presence of an uplift of mafic rocks in the basement at this location therefore generates significant gravity and magnetic anomalies.

Through this model we also confirm that the positive residual anomalies in the form of circular bulging revealing the presence of antiform structures in the sedimentary cover are strongly linked to the basement uplift due to compressive events. We have also noticed, on the different derivative maps, that these tectonics also generated several reverse and listric faults in this region. This lead is therefore a vast anticlinorium which could contain hydrocarbons in multiple places.

## 6 RESULTS AND DISCUSSIONS

This geophysical study gave us several information which was enriched by the analysis of the R9 seismic profile and the stratigraphic log of the Samba-1 borehole for a better knowledge of the targets of major oil interest in our study area. The interpretation of gravity and magnetic anomaly maps allowed us to draw up a petroleum structural map of the region which improves our knowledge of the structures of oil interest which played a major role both in the hydrocarbon migration process and in trapping them (fig. 15).

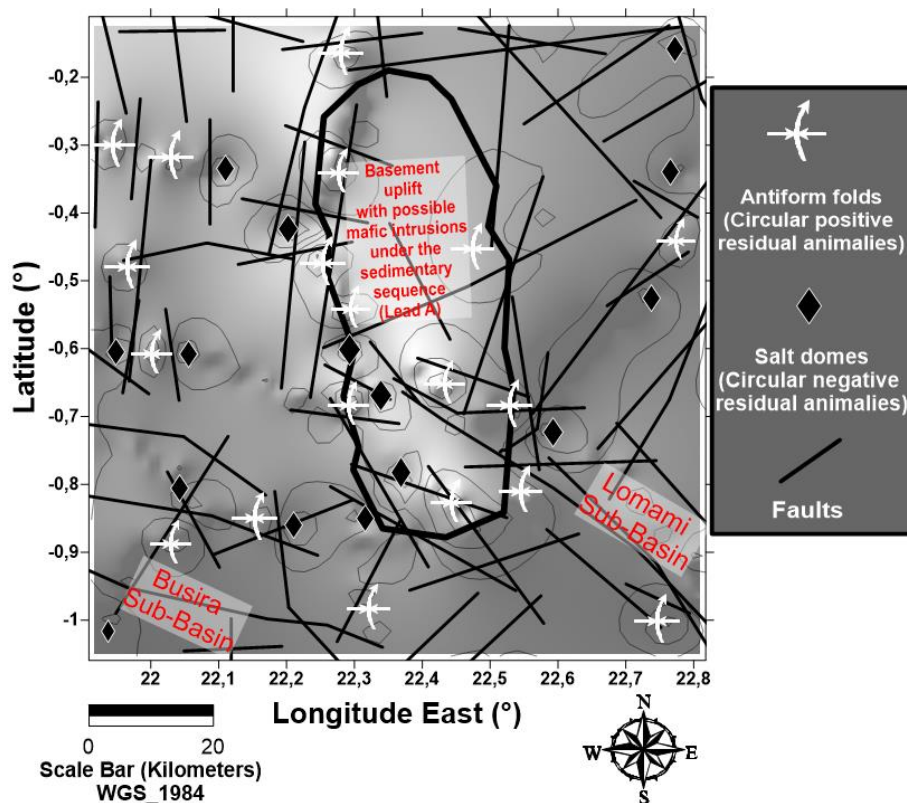


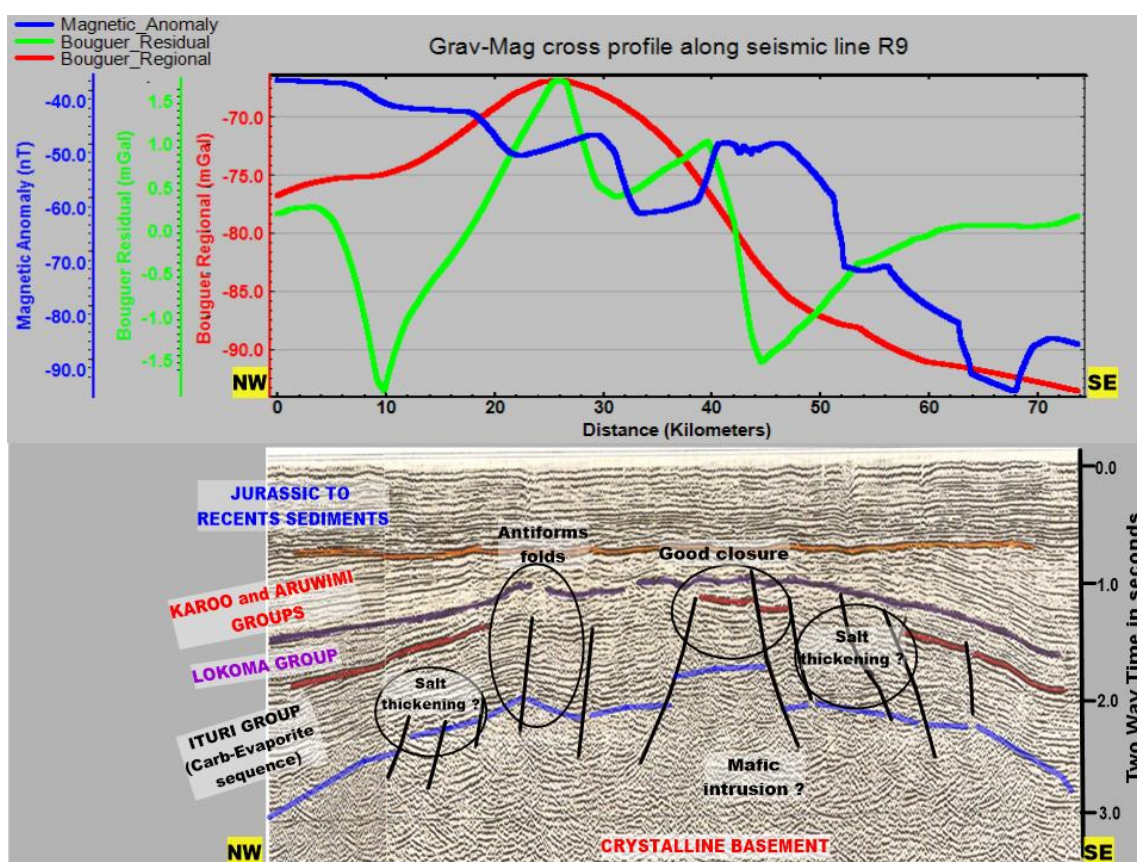
Fig. 15. Petroleum structural map of the region

The Congo Basin has undergone several tectonic events during its structural evolution. The Neoproterozoic rifting stage followed by the Pan-African (Neoproterozoic-Paleozoic) and Hercynian (Permo-Triassic) compressive events as well as the

compression due to the opening of the East African Rift (Cenozoic-present) were therefore the basis of these multiple faults whose directions of major orientations in this zone are: NW-SE, N-S, E-W and NE-SW. The orientation in the N-S direction of the lead, the enormous faults which limit it as well as that of the antiform structures within it show us that the most important compression acted in the E-W direction in this region. These tectonic events also greatly favored the vertical movements of the Neoproterozoic salt layer and generated several salt domes clearly highlighted in this map. We also note that the uplift generated several listric inverse type faults on the lead.

These geological structures are of major oil interest: anticlines represent the most frequent and efficient type of oil trap with almost 80% of the world's recognized reserves. Faults can constitute barriers to the migration of hydrocarbons and traps called "fault traps", but they can also encourage the migration or dysmigration of hydrocarbons. Finally, thanks to the halokinesis phenomenon, salts play a very large role in the genesis of geological structures of major oil interest and their sides constitute barriers which hinder the movement of hydrocarbons on the surface and therefore promote their accumulation.

The correlated interpretation of the cross profile of gravity and magnetic anomalies calibrated with the R9 seismic profile allowed us to have a better image on the structural geology of this lead in order to better locate the oil targets (fig. 16).



**Fig. 16. Correlated interpretation of the gravity, magnetic and R9 seismic profiles**

The regional bulge of the crystalline basement on the seismic profile is well represented on the curve of regional anomalies. The seismic profile also shows us that the top of the crystalline basement is very affected by faults which are certainly due to E-W compression followed by bulging. The multiple inflections of the magnetic anomalies curve would therefore be a response to these tectonic accidents which attack the basement. The high magnetic intensity (C1) located between 40 and 52 km probably represents a mafic uplift. The seismic profile also confirms that the sedimentary sequence from Jurassic to recent sediments is not affected by significant folding and breakage, unlike the entire sequence from the Lower Mesozoic-Paleozoic (Karoo and Aruwimi groups) to the Upper Neoproterozoic (Carbonate-Evaporite sequence from the Ituri group).

The large negative residual anomaly (B1) located 10 km away is the response to a probable thickening of the salt layer. The vertical succession of antiform folds encircled on the seismic profile correlates perfectly with the large positive residual anomaly (B2). These antiform folds are therefore priority oil targets. The half-width method told us that the depth of these

structures would be around 2.5 km. The seismic profile tells us that the B3 anomaly represents the most important oil target. Indeed, this structure which is located in the center of the seismic profile could certainly be an area of strong accumulation of hydrocarbons: it is well limited to the east and to the west by two enormous faults which, at the same time, have certainly served as a migration drain for hydrocarbons from the underlying source rocks. On its top, the structure is limited by the Pan-African and Hercynian unconformities which act as closures in order to trap the hydrocarbons there. Its depth would be around 2.75 km.

The negative residual anomaly (B4) located between 40 and 50 km would also be due to the thickening of the salt layer. The seismic profile therefore confirms to us that the structural configuration of this zone could favor the retention of hydrocarbons on several levels.

## **7 CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS**

This study concerns the detailed interpretation of the geophysical data acquired in block 7 of the Cuvette Centrale sedimentary basin in DR Congo in order to improve our knowledge of lead A. As a result, we have noticed that this structure is established on basement uplift wedged between the sub-basins of Busira in the west and Lomami in the east. It is therefore an ideal location to receive the oil expelled from these two depocenters. In addition, the multiple compressive events responsible for the establishment of this structural high also strongly affected the sedimentary sequence from the lower Mesozoic to the upper Neoproterozoic, causing the appearance of several folded, faulted structures and salt domes. These structures were clearly identified on the petroleum structural map drawn up at the end of this study and are of crucial importance both in the process of migration of hydrocarbons and in their trapping.

In order to increase the chances of discovery in this lead, we recommend that before carrying out a further seismic exploration and / or a first exploration drilling, the following studies be carried out:

- The reprocessing of the seismic lines R9, R10, R15, L53 and L54 which focus on lead A;
- The acquisition of surface oil indices near the Tshuapa river as well as a microbial geochemistry study on the entire extent of the lead.

## **ACKNOWLEDGMENTS**

We would like to thank the Société Nationale des Hydrocarbures du Congo (SONAHYDROC) for the geophysical data as well as the Faculty of Oil, Gas and New Energies of the University of Kinshasa and the Center of Research in Geophysics (CRG) for the software and laboratories.

## **REFERENCES**

- [1] Marcio ROCHA MELLO (2006), Petroleum System Review of Busira and Lokoro Sub-Basins, Congo Central Basin, p. 13.
- [2] Exploration Consultant Limited (ECL) (1988), Hydrocarbon potential of Cuvette Centrale, p. 39.
- [3] COMIFAC (2005), Les forêts du bassin du Congo, Evaluation préliminaire.
- [4] Bastien LINOL, Maarten J. De WIT, Erika BARTON, François GUILLOCHEAU, Michiel C.J. De WIT and Jean-Paul COLIN (2015), Paleogeography and Tectono-Stratigraphy of Carboniferous-Permian and Triassic 'Karoo-Like' Sequences of the Congo Basin, Geology and Resource Potential of the Congo Basin, Springer, p. 115.
- [5] UNOCAL (1987), Reservoir Potential of samples from the Congo Basin, Zaire. International Report Unocal Science and Technology Division.
- [6] ENI (2011), Cuvette Centrale Basin: Geological evolution and petroleum system analysis. Final Report, p. 12.
- [7] Pierre EVRARD (1957), Les recherches géophysiques et géologiques et les travaux de sondage dans la Cuvette congolaise. L'académie royale des sciences coloniales.
- [8] Jacques DUBOIS, Michel DIAMENT ET Jean-Pascal COGNE (2011), Géophysique: cours et exercices corrigés, 4ème édition, DUNOD, Paris, p. 9.
- [9] Philip KEAREY, Michael BROOKS and Ian HILL (2002), An Introduction to Geophysical Exploration, 3rd edition, Blackwell Science, p. 137.
- [10] Maroua ELFESSI (1996), Signatures gravimétriques de différents modèles géologiques.
- [11] Michel CHOUTEAU (2002), Géophysique appliquée I: Magnétisme, Ecole polytechnique de Montréal, p. 32.
- [12] Boualem BOUYAHIAOUI (2010), Etude de la croûte archéenne du môle In-Ouzzal (Hoggar Occidental) par la prospection gravimétrique: Identification des sources par la transformée en ondelettes, Université M'Hamed Bougara-Bourmerdes, p. 99.

## The Influence of Cultural Values and Social Responsible Consumer Behavior: A Case Study of Moroccans Consumers

*Salwa Mkik and Maroune Mkik*

Mohamed V University, Rabat, Morocco

Copyright © 2020 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 culture value a person is born into goes a long way toward determining that individual's behavior beliefs, patterns. Culture is defined as a shared set of beliefs or practices or among a group of people in a particular place and time. Analysts, marketers and consumers themselves use an awareness of culture value to learn why and how consumers in a specific culture behave the way they do. Indeed, Marketers and analysts spend a great deal of time and money studying the influence of culture value on consumer green behavior. This is particularly true for multinational firms that have customers from a various series of cultural backgrounds. A strong marketing strategy in one culture might be offensive or even unappealing, to members of another culture. Marketers cater to specific cultural behaviors by offering divers versions of the same product that are tailored to appeal to the target public. This research investigates the effect of Moroccan consumer's cultural values on green consumer behavior.

**KEYWORDS:** responsible consumer behavior, cultural values, consumers perceptions, structural equation modeling.

### 1 INTRODUCTION

Culture value is a fundamental factor in determining consumer green behavior. It explains why some green products sell well in certain regions or among particular communities, but not as well elsewhere. Besides green purchasing decisions, culture value also influence how consumers use the products they buy and how they dispose of them. Green product use helps marketers ecological position their eco-friendly products differently in each market, while the culture's influence on product disposal can lead governments to adopt more waste reduction strategies and effective recycling. Green consumers can examine how members of other cultures values use the same products, or fulfill the same needs with various products, as a way to find more efficient, cost-effective options in the marketplace. Therefore, it is important to understand culturally determined values related to the environmental behavior.

### 2 LITERATURE REVIEW

Culture value is the fundamental determinant of a person's wants and behavior. Research studies shows that culture, sub-culture, and social classes are particularly important on consumer purchasing behavior. Cultures varies in language, demographics and non-verbal communication.

Due to these differences, consumer behavior changed dramatically across cultures. Culture sets restrictions within which most personal's think, feel, and act in a manner consistent with that of other members of the same culture because it looks natural or right thing to do so (Fielding, 2006). Cultural values are widely held beliefs that affirm what is desirable. These values influence behavior through norms, which state an acceptable, range of reactions to particular situations. Green consumer behavior varies because values inherited by consumers differ from culture to culture. Study demonstrates that consumers from cultures that varies on values diverge in their reaction to foreign advertising, products and preferred sources of information (Gurhan-Gnli and Maheswaran, 2000; Pronpitakpan and Francis, 2001) that direct green consumer behavior.

Subcultures and social classes also play a fundamental role in the affecting of consumer behavior. Not only this, they can impact consumers in the way marketing messages are received. Interiors studies have indicated for example that French speaking Canadians people tend to focus on the who is delivering the message, while English speaking Canadians are more concerned and implicated with the content of the advertising (Smith, 2003). In the other hand, some cultures are more youth-oriented than others (Barak, 2001) hence are more individualistic and liberal, and are more likely to work harder and spend more (Fattah, 2001). Moreover, study demonstrate that altitudes towards work and leisure also vary from culture to culture (Paul, 2002) which has important impacts for lifestyle and demand for leisure activities. Another element that impact on consumer behavior is the religious beliefs. We can give the example of many Islamic cultures and certain Catholic cultures are much more religiously oriented (Al-Makaty, 1996) as compared to Chinese culture where religion plays a very small role. So, in Islamic and certain Catholic cultures people are more disposed to buy and consumer green and ethics products.

So, are raised a set of study questions to which they search to address in this initial phase of work, namely, what are the determinants of individual cultural orientation that are present in the Moroccan's people and these individual cultural values influence consumer perceptions on the practices of corporate social responsibility.

**A:** What are the determinants of individual cultural orientation that predominate in Moroccan's consumers?

**B:** The determinants of cultural orientation of individual consumers Moroccan's influence their perception about the practices of corporate social responsibility?

### **3 METHODOLOGY**

The collection of data for the estimation of the model was done through questionnaire survey together consumers, using scales of measurement referenced in the literature.

The questionnaire for information collection was divided into two parts. The primary part of the questionnaire survey includes a set of demographic characteristics of the respondent (age, gender, monthly net income). The second part of the questionnaire include items of the scales to measure the determinants under research, in which Respondents gave their level of agreement using a Likert scale including a five-points (1-2-3-4-5) to quantify the variables. To measure the variables of the personal culture orientation of consumers used the Sharma (2010) scale and to measure the orientation of socially responsible consumers behavior used the Roberts (1996) scale. This research investigates the effect of Moroccan consumer's cultural values on green consumer behavior.

Table 1. Scales Use

Scale	Items
<b>Personal Cultural Orientation (Shrama, 2010) (adapted)</b>	<b>Power (POW):</b> POWa. I tend to follow orders without asking any questions POWb. I easily conform to the wishes of someone in a higher position than mine POWc. It is difficult for me to refuse a request if someone senior asks me
	<b>Independence (IND):</b> INDa. My personal identity, independent of others, is important to me INDb. I would rather depend on myself than others INDC. I rely on myself most of the time, rarely on others
	<b>Interdependence (INT):</b> INTa. I feel good when I cooperate with my group members INTb. The well-being of my group members is important for me INTc. It is my duty to take care of my family members, whatever it takes
	<b>Prudence (PRU):</b> PRUa. I work hard for success in the future PRUb. I believe in planning for the long term PRUc. I am willing to give up today's fun for success in the future
	<b>Tradition (TRD):</b> TRDa. Respect for tradition is important for me TRDb. I am proud of my culture TRDc. I value a strong link to my past
	<b>Risk Aversion (RSK):</b> RSKa. I prefer a routine way of life to an unpredictable one full of change RSKb. I tend to avoid talking to strangers RSKc. I would not describe myself as a risk-taker
<b>Social Inequality (IEQ):</b> IEQa. It is important for everyone to know their rightful place in the society IEQb. A person's social status reflects his or her place in the society IEQc. It is difficult to interact with people from different social status than mine	
<b>Masculinity (MAS):</b> MASa. Men are generally physically stronger than women MASb. Women are generally more caring than men MASc. Men are generally more ambitious than women	
<b>Gender Equality (GEQ):</b> GEQa. Men do not have to be the sole bread winner in a family GEQb. It is ok for men to be emotional sometimes GEQc. Men can be as caring as women	
<b>Consumer Innovativeness (CIN):</b> CINa. I like to buy new and different products CINb. I am more interested in buying new than known products CINc. I am usually among the first to try new products	
<b>Consumer Ethnocentrism (CET):</b> CETa. Only products that are unviable in our country should be import CETb. We should not buy foreign products, because it hurts our CETc. Purchasing foreign products allows other countries to get rich off of us.	
<b>Ambiguity Intolerance (AMB):</b> AMBa. I prefer specific instructions to broad guidelines AMBb. I find difficult to function without clear directions and instructions AMBc. I tend to get anxious easily when I don't know an outcome	

#### 4 FINDINGS AND ANALYSIS

To find out demographic characteristics for the sample, a descriptive analysis was conducted. Among the total of 176 respondents, 91% male (51,7) and 85% are female (48,29). 52% are aged between twenty and 45. The monthly net income of the household is mostly less than 10000 dirhams (78.8%). The vast majority of respondents have higher education (79.9%).

The questionnaire survey was tested through exploratory factor analysis and structural equation. Thus, since there is no research on the cultural orientations of the Moroccan was necessary to conduct exploratory factor analysis to answer the primary study question.

Supposing that the data come from a multivariate normal population, it is convenient to test, through the Bartlett Sphericity Test, if the correlation matrix taken is the identity matrix and if its determinant is equal to 1. Indeed, if this hypothesis is rejected, there is statistical evidence that there is a correlation between the variables and we can proceed with the analysis. The finding for the scales of individual cultural perception and orientation of socially responsible consumer behavior rejects the hypothesis at a significance level of 1%.

Additionally, the statistical Kaiser-Meyer-Olin (KMO) allows to examine the relationship between the simple correlations and partial correlations between variables. It is a statistic that varies between 0 and 1. The factor analysis is taken as the best if KMO statistical tests to one.

The values found for the factor analysis of the scale of cultural values.

*Table 2. KMO Measure and Bartlett's Test*

Tests	Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy	Bartlett's Test of Sphericity
Personal Cultural Orientation	0,682	563,431 (df = 44 and Sig. = 0,000)
Socially Responsible Consumer Behavior	0,687	354,792 (df = 3 and Sig. = 0,000)

The statistical method of exploratory factor analysis was considered in data set to uncover underlying individual cultural orientation and socially responsible consumer behavior determinants. To simplify the results, a varimax orthogonal rotation was performed on an primary factor solution. The criteria for acceptance of the findings were the value of each eigenvalue is greater than 1.0; the factor loading after varimax rotation are greater than 0.3; the variance demonstrated by all factor is great than 40 percent and no variable has significant loading on more than one factor.

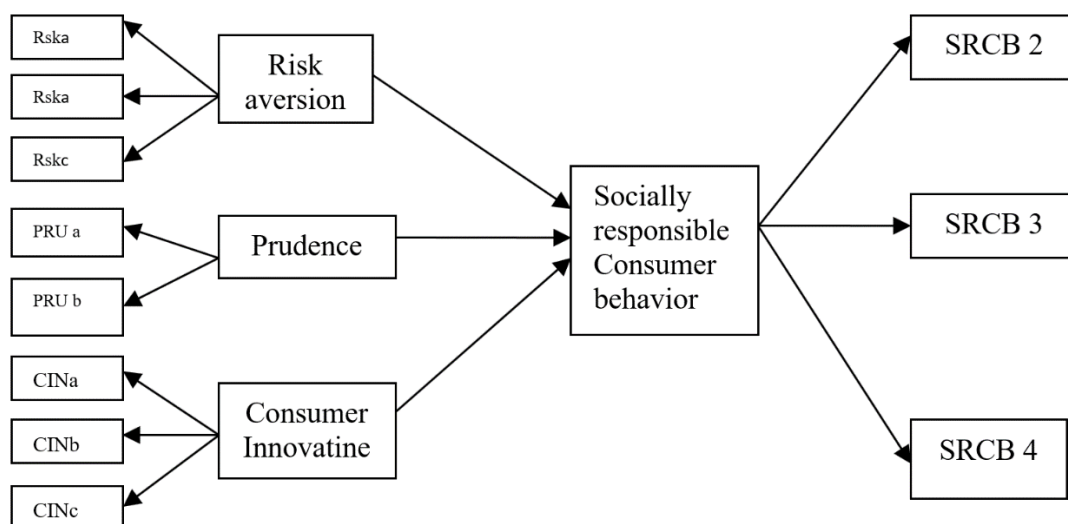
*Table 3. Total Variance Explained for Personal Cultural Orientation*

Component	Initial Eigen values		Rotation Sums of Squared Loadings	
	Total	Cumulative % of Variance	Total	Cumulative % of Variance
Factor 1 (CIN1, CIN2, CIN3)	3,101	32,031	2,322	22,246
Factor 2 (TRD2, TDR3)	1,686	50,677	2,452	42,167
Factor 3 (CET1, CET2, CET3)	1,523	65,681	2, 125	53,236
Factor 4 (INT2, IND2)	1,134	65,131	2,178	67,167

Source: Extraction Method: Principal Component Analysis

From the findings we can summarize that personal cultural orientations of Moroccans consumers are those which are connected to Risk aversion, to Prudence and to Consumer Innovatiness. The factor 4 is difficult to interpret because collects one item of independence and one item of interdependence, which is contradictory.

Although scales validity was borrowed from interiors research, the reliability test was conducted again for the personal cultural orientations and socially responsible consumer behavior scales. Cronbach's alphas for those were as follows: consumer Risk aversion 0,853; Prudence 0,867; Consumer Innovatiness 0,745 and social responsible consumer behaviour 0,838.



The structural equations model proposed establishes the relationship between Personal Cultural Values with Social Responsibility practices. Therefore, three research hypotheses are raised:

- H1:** The consumer risk aversion has a positive direct impact on the social responsibility
- H2:** The prudence has a positive direct impact on the social responsibility policies consumers
- H3:** The consumer innovativeness have a positive direct impact on the social responsibility

## 5 RESULTS

The model was estimated using the covariance matrix. Concerning the statistical software program we were use the STATISTICA 6.1. which allowed to calculate the variance and covariance (data) matrices and the estimation of the structural model. So, the estimation is undertaken by the method of maximum consumer perceptions on social corporate responsibility.

The chosen indicators to analyse the goodness of the adjustment are the ones suggested by Hair et. al. (2006) as the absolute indicators, Chi-square standardized, RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation) e GFI (Goodness-of-Fit). The Chi-square standardized presents acceptable values when these are comprised between 1 and 3. RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation) is used instead of RMSSR (Root Mean Square Residual) because the estimated models are based on the covariance data matrix. This indicator must be comprised between values from 0,05 (good fitness) and 0,08 (acceptable fitness) (Hair, et. al., 2006).

The goodness of fit index (GFI) is a measure of fit between the hypothesized model and the observed covariance matrix. The adjusted goodness of fit index (AGFI) corrects the GFI, which is affected by the number of indicators of each latent variable. High values of this indicator show good fitness, although there are not established minimum acceptable levels.

Table 4. Hypotheses

Hypotheses	Parameter	Estimation	p-Value	Conclusion
Risk aversion → Social responsibility (+)	$\gamma_{11}$	0,677	0,000	Validated
Prudence → Social responsibility (+)	$\gamma_{12}$	0,314	0,000	Validated
Consumer Innovativeness → Social responsibility (+)	$\gamma_{13}$	0,526	0,000	Validated
Goodness of the Adjustment				
$\chi^2$ Standardized		2,25		
RMSEA		0,084		
GFI		0,867		
AGFI		0,789		

We found that the determinants of personal culture orientation consider of the structural model is significantly and positively related to perception of social responsibility practices.

## 6 CONCLUSION

To sum up, we know that culture value influences consumers' thoughts and behavior. Culture value not only affects consumer behavior, but is fundamental to a person's needs and wants. Researches have shown that culture and social classes play an important role in consumer buying behavior. Each culture has its own unique language, values and types of non-verbal communication and that's what makes it so special. We focus our research in Moroccan's consumers and the link between individual culture orientation and the perception that a firm is socially oriented. The research provides empirical support for the assertion that consumer risk aversion, prudence and consumer Innovativeness are the personal cultural values of Moroccan's consumer and they are related with consumer perception of socially oriented firms.

A managerial implication is that marketers who want promote their brand to social responsibility needs to understanding the individual cultural values of the consumers.

A limitation of this study is that was not taken any specific firms with social responsibility practices and respondents may be responding more by constraint than by actual practice. Moreover empirical research with cross-national consumers looks necessary. Future research would attempt to find if there are any consistent personal cultural orientations of various cultures have influence in perception of socially responsible consumer behavior.

## REFERENCES

- [1] Aaker, J L., & Sengupta, J. (2000). "Additivity versus Attenuation," *Journal of Consumer Psychology* 2, pp. 67-82. .
- [2] Al-Makaty, S.S. (1996). "Attitudes towards Advertising in Islam," *Journal of Advertising Research*, May-June, pp. 16-25. .
- [3] Barak, B. (2001). "Perceptions of Age-Identity," *Psychology & Marketing*, October, pp. 1003-29; .
- [4] Briley, D. A., Morris, M. W., & Simonson, I. (2005). "Cultural Chameleons," *Journal of Consumer Psychology*, 15, no. 4, pp. 351-62. .
- [5] Briley, D.A., Morris, M. W., & Simonson, I.(2000). "Reasons as Carriers of Culture," *Journal of Consumer Research*, September, pp. 157-77. .
- [6] Fattah, H. (2002), "The New Arab Consumer," *American Demographics*, p. 58. .
- [7] Delafrooz, N., Taleghani, M., & Nouri, B. (2014). "Effect of green marketing on consumer purchase behavior," *QScience Connect*, 1(5). .
- [8] Fattah, H. (2002). "The Middle East Baby Boom," *American Demographics*, September, p. 55-60. .
- [9] Fielding, M. (2006). "Walk the Line," *Marketing News*, September 1,, pp. 8-10. .
- [10] Gurhan-Canli, Z., & Maheswaran, D. (2000). "Cultural Variations in Country of Origin Effects," *Journal of Marketing Research*, August, pp. 309-17. .
- [11] Hartmann, P., Ibáñez, V. A., & Sainz, F. J. (2005), "Green branding effects on attitude: functional versus emotional positioning strategies," *Marketing Intelligence & Planning*, 23, (1), 9 - 29. .
- [12] Elham Rahbar, N. A. (2011) "Investigation of green marketing tools' effect on consumers' purchase behavior," *Business strategy series*, 12(2), 73-83. .
- [13] Keillor, B. D., Parker, R. S., & Schaffer, A. (1996), "Influences on Adolescent Brand Preferences in the United States and Mexico," *Journal of Advertising Research*, May-June, pp. 47-56. .
- [14] Kinoti, M. W. (2011), "Green marketing Intervention Strategies and Sustainable Development: A Conceptual Paper," *International Journal of Business and Social Science*, 2(23), 263- 273. .
- [15] Kotler, P. T., & Armstrong, G. (2013). *Principles Of Marketing*. pearson education. .
- [16] Kripalani, M. (2005). "Here Come the Wal-Mart Wannabes," *BusinessWeek*, April 4, p. 56. .
- [17] Kurian, V. (2002) "'Hand Wash' Campaign in Kerala Raises a Stink," *Business line*, November 6, p. 1. .
- [18] Money, R B., Gilly, M N., & Graham, J L. (1998). "Explorations of National Culture and Word-of-Mouth Referral Behavior," *Journal of Marketing*, October, pp. 76-87. .
- [19] Mooij, M de. (2004). *Consumer Behavior and Culture* (Thousand Oaks, CA: Sage), pp. 162-64. .
- [20] Mooij, M de. (1998). *Global Marketing and Advertising*, Thousand Oaks, CA: Sage, pp. 752-53 .
- [21] Mooiji De., & Hofstede (2002) "Convergence and Divergence in Consumer Behavior," *Journal of Advertising Research*, January-February, pp 79-89. .
- [22] Parker-Pope, T. (1996). "Custom-Made," *The Wall Street Journal*, September 26, p. R22;. .
- [23] Paul. P. (2002). "Global Generation Gap,: *American Demographics*, March, pp. 18-19. .

- [24] Peattie, K., & Crane, A. (2005), "Green marketing: legend, myth, farce or prophesy?," *Qualitative Market Research: An International Journal*, 8(4), 357 - 370. .
- [25] Pickett, G. M., Kangun, N., & Grove, S. J. (1995), "An examination of the conservative consumer: implications for public formation policy in promoting conservation behaviour. In W. Winston, & A. T. Mintu-Wimsatt," *Environmental Marketing: Strategies, Practice, Theory, and Research* pp. 77-99). .
- [26] Polonsky, M. J. (2011). "Transformative green marketing: Impediments and opportunities", *Journal of Business Research*, 64(12), 1311–1319. .
- [27] Pompitakpan, C., & J. N. P. Francis, J N P. (2001). "The Effect of Cultural Differences, Source Expertise, and Argument Strength on Persuasion," *Journal of International Consumer Marketing* 1, pp. 77-101. .
- [28] Suplico, L. T. (2009). Impact of green marketing on the students' purchase decision. *Journal of International Business Research*, 8(2). Retrieved November 2016. .
- [29] Thogersen, J. (1999). The ethical consumer. Moral norms and packaging choice. *Journal of Consumer Psychology*, 439–460. .
- [30] Tikka, P., Kuitunen, M., & Tynys, S. (2000). Effects of educational background on students' attitudes, activity levels, and knowledge concerning the environment. *Journal of Environmental Education*, 12-19. .
- [31] Wansink, Brian and Koert V. I. Bottom (2003). Up! The Influence of Elongation on Pouring and Consumption Volume. *Journal of Consumer Research*, 30 (December), 455–63. .

## Household Food Consumption Profile of Maize Farmers in Rural Areas: Burkina Faso's Hauts-Bassins Region Case

*Michel Kere<sup>1</sup>, Vinsoun Millogo<sup>1</sup>, Benjamin Schwab<sup>2</sup>, Hodjio Massandjo<sup>2</sup>, Albert Barro<sup>3</sup>, Timothy Harrigan<sup>4</sup>, Alex Winter-Nelson<sup>5</sup>, Robert Burdick<sup>6</sup>, Georges Anicet Ouedraogo<sup>1</sup>, and Ajit Srivastava<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Institute of Rural Development, Nazi Boni University, 01 PO Box 1091 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

<sup>2</sup>Department of Agricultural Economics, Kansas State University, 310 Waters Hall Manhattan, KS 66506, USA

<sup>3</sup>Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA). 04 BP 8645, Ouagadougou 04, Burkina Faso

<sup>4</sup>Department of Biosystems and Agricultural Engineering, Michigan State University, 524 S. Shaw Lane #120B, East Lansing, MI 48824, USA

<sup>5</sup>Department of Agricultural and Consumer Economics, University of Illinois, Urbana-Champaign, USA

<sup>6</sup>Tillers international, 10515 OP Ave E Scotts, MI 49088, USA

---

Copyright © 2020 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:** Smallholder farmers are the main food providers for rural and urban people in Burkina Faso, however, they suffer from a lack of appropriate farm mechanized. The work aims to understand the current situation in regards to food security of smallholder farmers in the Hauts-Bassin Region (HBR), Appropriate-Scale Mechanization Consortium (ASMC) intervention area. Approximately 30 households per village in 32 villages totaling 946 households were surveyed. Ninety-eight percent of farmers produced maize and 34% produced vegetables for the market or family consumption. Cereal crop production per household was about 8.7 ha, 5.2 ha of which was for maize production. The average production of maize was 4300 kg per household with yields ranging from 1000 to 1700 kg/ha. Eight percent of households reported a Food Consumption Score (FCS) less than 21 (poor food consumption) while 10% reported an FCS less than 35 (borderline food consumption). However, under the standard World Food Program (WFP) scoring category, 82% of the households had acceptable food consumption score. Annual per capita food consumption expenditures in HBR varied across provinces from 45611 to 49498 CFA (\$79 to \$85 U.S). Although 59% of households reported having access to credit, only 42% received credit. Sixty-nine percent of households used improved high-yielding and drought-tolerant seeds. In conclusion, we determined in this study that 82% of the households had acceptable FCS. The remaining 18% of households belonging to a group of poor to borderline FCS need food assistance to improve their food situation. Therefore, formulation and implementation of food security policies targeting these vulnerable households to ensure a healthy diet are necessary. Besides, amelioration of agriculture production systems through appropriate scale mechanization will intensify sustainably while diversifying food production. Finally, a periodic food security profile study covering the various seasons<sup>1</sup> will help understand the dynamics and implement better food security policies.

**KEYWORDS:** Smallholder farmers, Agriculture, Maize, Food consumption score, Food security.

### 1 INTRODUCTION

One out of nine people in the world does not have access to sufficient food to lead a healthy life [1]. By 2050, the world population will be around nine billion, and half of the population will live in urban areas [2]. In Burkina Faso, 80% of the 18 million population lives in rural areas and rely on agriculture for food production [3]. Smallholder farmers are the main food providers [2]. Agriculture provides income, food security, and accounts for 35 % of GDP [4]. Local knowledge of farming practices is important to understand the food security situation. In the sub-Saharan zone, 65% of energy for agriculture is from manual labor, 25% from draft animals, and 10% from an engine or electrical power [5]. In Burkina Faso, 70% of farmers use

manual labor, 29% have access to animal traction, and only 1% used wheeled tractors [6]. The Smallholder farmers grow mainly millet, sorghum, and maize (corn) as cereals on less than 0.5 ha per household.

Food security is of critical importance in Burkina Faso, four million people were undernourished in 2017 [7]. The number of undernourished people is increasing at a rate of 1.63% per year [7]. In most Sahelian countries of Africa, the main food source is cereals and per capita consumption should be about 190 kg/year [8]. Millet and sorghum are widely grown in Burkina Faso due to favorable soil fertility and climate conditions. However, yields are low (700 to 1000 kg/ha-year) making it difficult to harvest adequate supplies to ensure food security.

Maize is grown in Burkina Faso in areas where the rainfall is higher than 700 mm a year and the soil is suitable, primarily in the western and southern parts of the country. The yield potential ranges from 2000 to 6000 kg/ha and can make a significant contribution to ensuring food security in the country. A major challenge for Sub-Saharan regions in the future is to build the capacity of rural areas to serve the growing needs of production, storage, and processing of agricultural products for sustainable food security [9]. The USAID Appropriate Scale Mechanization Consortium (ASMC) for sustainable intensification is charged with developing and adapting technologies appropriate for smallholder farmers in Burkina Faso, Ethiopia, Bangladesh, and Cambodia. The Hauts-Bassins Region (HBR), located in the western part of Burkina Faso is suitable for maize production because of favorable agro-ecological conditions. Therefore, a survey was carried out in the region at the early stages of the project to understand the smallholder farmer's current food security status and production conditions in HBR.

## 2 MATERIAL AND METHODS

### 2.1 STUDY AREA

#### 2.1.1 SURVEY SITE LOCATIONS

Burkina Faso is divided into 13 governmental sub-areas called Regions. This study was conducted in the Hauts-Bassins Region (HBR) located in western Burkina Faso (Fig. 1. Hauts-Bassins Region Map). The Region is subdivided into three provinces, Houet, Kenedougou, and Tuy. There are 30 rural municipalities in HBR with a village as the basic level of organization. The main cities are Bobo-Dioulasso, which is the second-largest city in the country, Orodara, and Houende. The total land area of the HBR is 25,606 km<sup>2</sup> and represents 9.4% of the national territory [10]. The estimated population in 2012 was 1 776 803 inhabitants, 10.54% of the population of Burkina Faso with a population density of 70 people per km<sup>2</sup> [10].

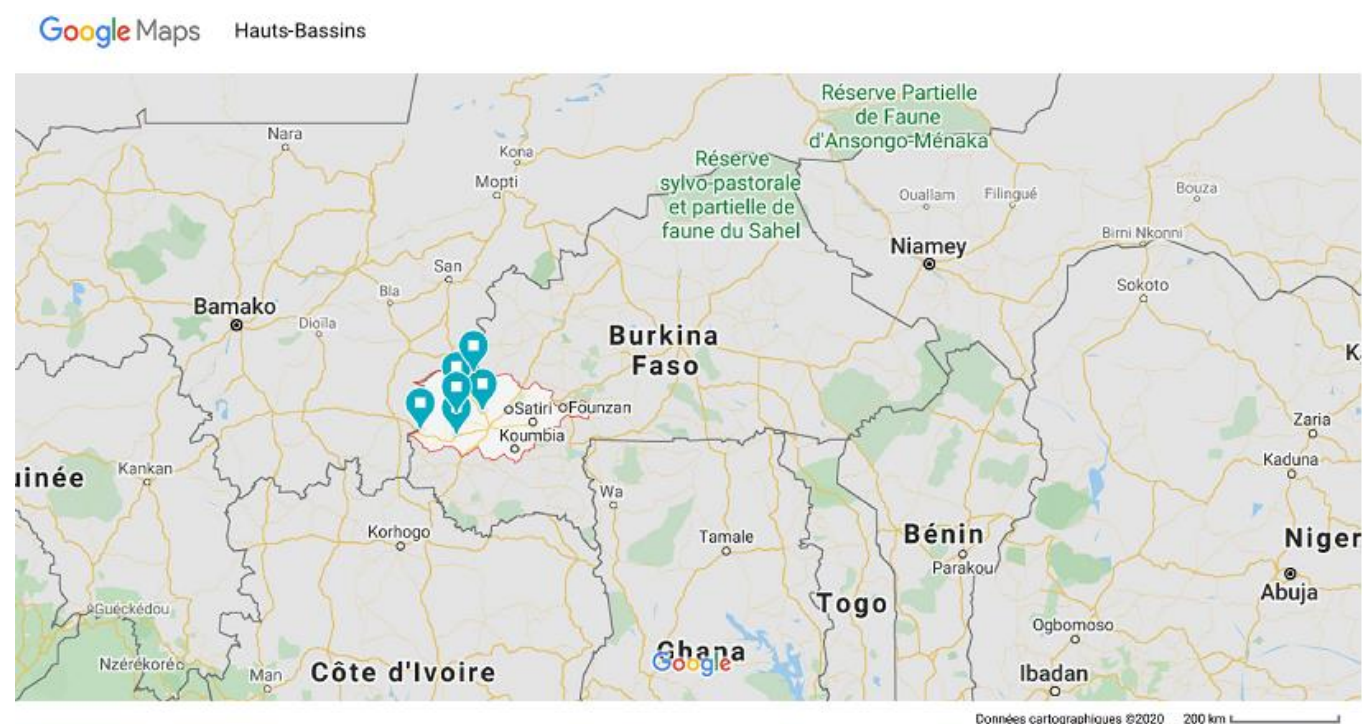


Fig. 1. Hauts-Bassins Region Map

Part enclosed in the redline enclose the Hauts-Bassins Region  
(Source google map 2020)

### 2.1.2 CLIMATE AND VEGETATION

HBR is located in the sub-humid zone where climatic conditions are characterized by the rainy season from May to October and the dry season from November to April. The average annual rainfall varies between 900 and 1,200 mm. Vegetation in the Region is typically Sudanian shaped by a combination of climatic factors and anthropogenic influences and is characterized by wooded and shrub savannah and gallery forests. The relief is made of succession trays shaped stairs, vast plains, and some hills and valleys hills. The soils are mostly ferriferous tropical soils, and most of the cropped areas are fallows and agroforestry parklands. Surface water resources are abundant with six permanent rivers (Mouhoun, Kou, Comoé, Houet, Banifing, and Tuy).

## 2.2 RESEARCH METHODS

The current methodological research approach was applied according to Murray *et al* [11]. The approach emphasizes on agricultural production (crops and livestock), yields and incomes, including the average total production and income. The approach extended on farmer's endogenous knowledge, innovations, attitude, and practices (KAP). The KAP survey was applied to all households included in the study.

### 2.2.1 SAMPLING PROCEDURE

The survey sample size was determined based on 80% of the total population of the Region reported to be farmers. The sample size calculation applied to each province to determine the number of villages and the number of households per village. Cluster sampling in two stages with the first-degree villages constituting the primary units and the second degree, all households were selected randomly. A stratified purposive sampling procedure was adopted. The survey involved farmer's households (agriculture and livestock) drawn from the list of households in the clusters/villages in the project area. The process included extension services agents and the criteria were based on maize producers and three categories of households were not considered: households that have not been selected; household heads that refused to answer the questionnaire; households that were not farmers. Sample size for targeted households to be investigated was determined using SCHWARTZ [12] formula (\*):

$$N = \frac{eZ^2 pq}{i^2}$$

*N* = sample size; *e* = grape effect (2); *i* = precision (5%); *Z* = standard deviation (2) for 5% error; *p* = incidence of population constituting smallholder's farmers in project area (80% of total population) in 2006; *q* = 1-*p* = 0. 2.

$$N = \frac{2 (2x2) x (0.80) x (0.20)}{(0.05x0.05)} = 512$$

We considered that 15 % of questionnaires won't be accurately applied and filled. That gives us a total of 512 + 77 targeted householders. An approximation of 589 correctly filled questionnaires was acceptable for this study. Questionnaires were applied to approximately 30 households per village in 32 villages. A total of 946 households were interviewed during the survey.

Table 1. List of selected provinces, municipalities, villages and sampled households

Province (Total households)	Municipalities (Total households)	Village	Total Households
Kenedougou (338)	Banzon (75)	Banzon	25
		Finzon	25
		Kounseni	25
	Koloko (90)	Koloko	30
		Sifarasso	30
		Sokoroni	30
	Kourouma (83)	Kourouma	30
		Djiguera	23
		Sougouma	30
	Sidi (90)	Sidi	30
		Dan	30
		Badara	30
Houet 360)	Karankasso-Vigue (90)	KV	30
		Kouroumanga	30
		Klessou	30
	Bama (90)	Bama	30
		Banakeledaga	30
		Sourkoudougou	30
	Satiri (90)	Satiri	30
		Sala	30
		Kadomba	30
	Koundougou (90)	Koundougou	30
		Mangorotou	30
		Samorodougou	30
Tuy (248)	Koumbia (127)	Koumbia	26
		Makognedougou	37
		Gombeledougou	32
		Sebedougou	32
	Founzan (121)	Founza	30
		Lolio	30
		Koloho	30
		Fin	31

### 2.2.2 DESIGN OF THE SURVEY QUESTIONNAIRE

A structured questionnaire was administrated to the selected head of household respondents. The questionnaires comprised different sections:

- Section 1 concerned information on respondent's household characterization;
- Section 2 referred to the household's current agricultural production of households, crop diversity, and agricultural equipment;
- Section 3 dealt with food diversity in the household;
- Section 4 was about crop utilization and expenses
- Section 5 concerned perceptions and actions taken to adapt climate change

### 2.2.3 PRACTICAL SURVEY

The questionnaire was designed in French and administrated in local languages by trained enumerators that were 12 graduate students. The theoretical and practical training of enumerators (including a pre-test phase and a pilot phase) held from 16<sup>th</sup> to 17<sup>th</sup> August 2016. Time to apply the questionnaire was between 45 minutes to 1 hour. The survey was conducted

from 19<sup>th</sup> to 29<sup>th</sup> August 2016. There was a direct supervisor from extension services for each team and the person responsible for the survey in each province was the agricultural service director who was served as supervisor. Each supervisor followed each day each investigator during the administration of at least one entire household questionnaire.

### 2.3 CONSUMPTION AND FOOD SECURITY OF THE HOUSEHOLD

FCS was calculated as described by WFP [13] and USAID [14]. The frequency weighted diet diversity score or “Food consumption score” is a score calculated using the frequency of consumption of different food groups consumed by a household during the 7 days before the survey. Calculation steps were: a) Using standard VAM 7-day food frequency data, group all the food items into specific food groups. b) Sum all the consumption frequencies of food items of the same group, and recode the value of each group above 7 as 7. c) Multiply the value obtained for each food group by its weight and create new weighted food group scores. d) Sum the weighed food group scores, thus creating the food consumption score (FCS). e). Using the appropriate thresholds, recode the variable food consumption score, from a continuous variable to a categorical variable. These are the standard Food Groups and current standard weights used in all analyses (Table 2).

*Table 2. The typical thresholds are*

FCS	Profiles
0-21	Poor
21.5-35	Borderline
> 35	Acceptable

The survey gathered information on both household perceptions of food security, as well as the frequency of intake of certain food groups and items. The mean count of affirmative responses to the experience-based food insecurity questions were more than three in the sample. However, in each province the range in responses was from zero to six, indicating a spectrum of food security conditions.

### 2.4 DATA MANAGEMENT AND STATISTICAL ANALYSIS

#### 2.4.1 DATA ORGANIZATION

The survey questionnaire was coded according to the question. Each question had one or several answers and a numbering system was assigned to answer. Furthermore, the answers of an individual household questionnaire were entered in excel data sheets and the data for all farmers followed the same type of data organization.

#### 2.4.2 STATISTICAL ANALYSIS

The data were subjected to descriptive statistics using SPSS software version 21. The main areas were: i-Households socio-demography characteristics, ii- Livestock production; iv-Land tenure, v-Crops production and yields, vi-Consumption and food security of the household, viii-Crop utilization and Markets, ix-Access to information, x-Leadership and management at the Household, xi-Self-reported credit accessibility, xii-Perception of safety and security, viii-Expenditure, and xiv-Strategies to adapt climate change.

## 3 RESULTS

### 3.1 HOUSEHOLDS' SOCIO-DEMOGRAPHY CHARACTERISTICS

Household heads interviewed were 98.4% male-headed (Table 3). These household heads ages were between 20 and 85 years with an average of 45 years. The average age for males was 45 years and 46 years for females (Table 4). Most of the farmers were above 25 years old. The illiteracy rate was about 38.3%. It has been found that 3.3% of farmers went to school but stopped after primary school, 7.7% reached secondary school and stopped there and very few (0.2%) reached high school. In general, the farmer's education level was very low both for males and females. The other types of schools were Islamic education for learning religion and mother tongue learning by reading and writing. Households were divided into two groups regarding settlement period: 27% were migrants and 73% were endogenous inhabitants. Three percent of household settlements in HBR was less than 10 years. Half of households had their members that emigrated and 23% of those migrants

sent money home. Also, 10% of households declared to rely on this money for survival. Concerning the wealth perception, household heads declared themselves as 8% very poor, 51% poor, 34% average, 7% wealthy.

*Table 3. Household main socio-economic characteristics*

Variables	Percentage (%)
<b>Gender</b>	
Female	1.6
Male	98.4
<b>Head of household Education Level</b>	
None (illiterates)	38.3
Literates	61.7
<b>Migration status</b>	
Allochthones	26.6
Autochthones	73.3
<b>Settling</b>	
<10 years	2.6
10 to 20 Years	60.4
20 to 50 years	8.7
>50 years	28.1
<b>House members migrated</b>	
No	49.6
Yes	50.4
<b>Migrated Sending money back</b>	
No	77.4
Yes	22.6
<b>Sum for survival</b>	
No	89.8
Yes	10.2
<b>Socio-economic group</b>	
Very poor	7.7
Poor	50.6
Medium	34.3
Wealthy	7.4
Number of observations N= 946	

*Table 4. Distribution of head of household year*

Locality	Mean of year	Minimum	Maximum
<b>Houet</b>			
Female	52.6	44	63
Male	45.7	22	85
<b>Kenedougou</b>			
Female	40.0	34	51
Male	45.2	20	78
<b>Tuy</b>			
Female	48.3	42	55
Male	44.5	23	83
<b>HBR</b>			
Female	46.4	34	63
Male	45.2	20	85

The size of the households averaged 15 peoples and whereas median was 11 and mode was 8 (min: 3 and max: 85 people) (S1). This shows clearly that most of the farmer's families were large. Water sources on farms were mostly protected hollow well for 18.6% of farmers, Faucet/fountain/drilling for 34% of them, and inadequate water sources (river) for 47.4% of households (S2).

The survey revealed that 92.1% of households had a sanitary system versus 7.7% that had no sanitary toilette (S3). All household was using firewood for cooking. In addition to firewood, one household was using a bio-digester system, three households used charcoals and three others used butane gas. The use of cell phones was popular and it was found that 97% of farmers had cell phones for communication and 80% listened regularly to the radio. In some farms family, most of the house furniture was owned by women (87%), food fryer (100%), and refrigerators (98.5%) (Table 5). Among the females, 40% of cell phones were bought by women but only 7% of them used for communication. Furthermore, 59% of men were cell phone owners (Fig 2). The reason for having cell phones was for calls for 40% of farmers and 60% of farmers used for light, music, and game.

Table 5. House furniture's

Holding	Equipment		Ownership		
	Yes	No	Male	Female	Jointly
The radio	80.2	19.8	87.3	5.4	7.3
Television	38.2	61.7	76.6	11.1	11.3
Satellite Antenna	10.6	89.3	80.0	1.0	18.0
Laptop	1.6	98.4	6.7	86.7	6.7
Sewing machine	2.2	97.8	71.4	19.0	9.5
Solar panel	59.6	40.4	87.6	1.1	11.4
Electric water heater	0.3	99.7	100.0	0	0.0
Non-farm equipment (specify)	31.9	68.1	77.0	1.0	22.0
Brewing equipment	2.3	97.6	52.9	5.9	41.2
Food fryers	0.7	99.3	0.0	100	0.0
Refrigerators	1.4	98.5	1.4	98.5	11.1
Cell phone	97.4	2.6	59.0	1.1	39.9

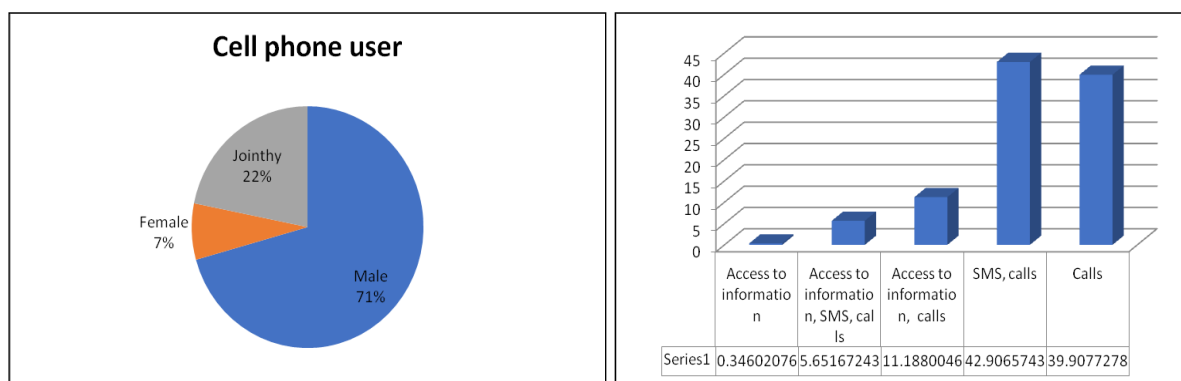


Fig. 2. Cell phone user in the household and reasons for phone usage

### 3.2 LAND TENURE

In HBR cereal fields' average size was about 8.7 ha (Table 6). Larger cereal field was found in Tuy's province (14.3 ha) whereas smaller farmers were located in Houet (5.7 ha). The same trend was observed in maize production where average field sizes were 3.9, 5.8, 6.2, respectively, for Houet, Kenedougou, Tuy; and 5.2 ha for HBR. Each household possessed up to 5 fields in Houet, 6 fields in Kenedougou, and 20 fields in Tuy. The average price of land was about 212,540 CFA per ha in HBR.

Table 6. Status of land used for farming

Province	Cereal Field Size (ha)	Maize field size (ha)	Range corn field	Average ha price (CFA)
Houet	5.76	3.92	1-6	
Kenedougou	7.80	5.83	1-5	
Tuy	14.3	6.20	1-20	
Hauts-Bassins	8.7	5.19	1-20	212540

### 3.3 CROPS PRODUCTION AND YIELDS

We found that 98% of surveyed households produced maize in the past growing season before the interview (Table 7). Similarly, 34 % of households produced vegetables for consumption or market. Households from the Houet province had higher rates of crop production (48%) as compared to Tuy province (16%) and Kenedougou (33). Results revealed the existence of disparity within HBR in maize production and yield (Table 8). The average production of maize in HBR was 4.3 tons for a single household, with 6.2 tons per household in Kenedougou province, 3 tons in the Houet province, and in Tuy province. The corn yield was 1700 kg/ha in Kenedougou, 1600 kg/ha in Houet, and 1000 kg/ha in Tuy province, respectively (Table 9).

Table 7. Maize farming

Growing maize	Frequency	Percent	Cum.
Yes	922	97.98	97.98
No	19	2.02	100
Total	941	100	

Table 8. Vegetable farming

Growing vegetables	Provinces			HBR
	Kenedougou	Houet	Tuy	
Yes	112	173	40	325
	33.23%	48.06%	16.13%	34.39%
No	225	187	208	620
	66.77%	51.94%	83.87%	65.61%
Total	337	360	248	945

Table 9. Production and productivity of maize in HBR

Locality	Production/household's (Mean± SD)	Productivity/ha
Kenedougou	6201.5 ± 6051.1	1655.5 ± 1221.3
Houet	2904.7 ± 3596.1	1567.9 ± 2454.3
Tuy	3725.1 ± 3638.2	1060.3 ± 988.1
HBR	4298.0 ± 4855.1	1468.9 ± 1775.3

Data presented are Mean± SD. Units are in Kg

In HBR, households in the lowest quartile of livestock ownership had animals worth less than \$273 while the livestock wealth of the top quartile topped \$4191. It's important to note that 19% of households did not own livestock at all. The median value of livestock household holding was \$1800 (Table 10).

Table 10. Livestock value: Percentages by province

Livestock value	Province of the household			Total
	Kenedougou	Houet	Tuy	
No Livestock	44 13.02%	58 16.16%	74 29.96%	176 18.64%
Less than \$273	17 5.03%	33 9.19%	8 3.24%	58 6.14%
Between \$273 and \$1800	67 19.82%	113 31.48%	51 20.65%	231 24.47%
Between \$1800 and \$4191	96 28.4%	88 24.51%	49 19.84%	233 24.68%
More than \$4191	114 33.73%	67 18.66%	65 26.32%	246 26.06%
Total	338 100	359 100	247 100	944 100

Categories of livestock values are defined by quartiles

### 3.4 CONSUMPTION, FOOD SECURITY, AND DIETARY DIVERSITY

In Tuy, Provinces (76%) households worried more about running out of food compared to Kenedougou (56%) and Houet (49%). Almost all household chefs felt they should improve food quality. Almost all household heads felt they need to diversify the consumed food. In Tuy, 14% of households who were not eating regularly were double of those in Houet. In Kenedougou, 2% of the household had the same response. In Tuy, 74% of households felt they were not eating sufficiently which is very high compared to Kenedougou (43%) and Houet (49%). Whereas lack of food seemed to not be related to money in Kenedougou (5.5), the connection to lack of money was about 28% in Houet and 36% in Tuy giving an average of 22% for the region.

The overall percentage of households experiencing hunger (HH) who indicated food insecurity on all six dimensions was 9 percent. The highest food insecurity incidence by this measure was Tuy, with 27 percent. By contrast, in Kenedougou, over 5 percent of respondents indicated no food insecurity, compared to less than one percent in Tuy.

Table 11. Food security measures by province

#### Panel A: Average

	Kenedougou	Houet	Tuy	All provinces
	Mean (Std. Dev.) [min - max]	Mean (Std. Dev.) [min - max]	Mean (Std. Dev.) [min - max]	Mean (Std. Dev.) [min - max]
6-point food security score	3 (1.13) [0 - 6]	3.02 (1.20) [0 - 6]	3.91 (1.57) [0 - 6]	3.25 (1.35) [0 - 6]

#### Panel B: Frequency

Food security score	Province			HBR
	Kenedougou	Houet	Tuy	
0	15	9	2	26
1	5	10	21	36
2	70	122	12	204
3	80	64	55	199
4	116	128	78	322
5	0	4	3	7
6	3	13	63	79
<b>Total</b>	<b>289</b>	<b>350</b>	<b>234</b>	<b>873</b>

NB: 0 – 6, increasing food insecurity. A household that records 0 is considered as food secure, and a household that records 6 is considered as food insecure with hunger.

Reflecting on a diverse diet in the region, this measure suggested a more widespread degree of food security than was indicated by the responses to the six questions food security module. However, under the standard WFP scoring category, 82% of the households had acceptable food consumption score. Only 8% of households reported an FCS less than 21, associated with poor food consumption while 10% of households reported an FCS less than 35 indicating that those households were on the borderline food consumption according to the WFP. The overall average FCS score in each province was above the 'acceptable food consumption score' threshold (>35) in Burkina Faso (15).

**Table 12. Food consumption score by province**

	Province			
	Kenedougou	Houet	Tuy	HBR
	Mean (Std. Dev.) [min - max]	Mean (Std. Dev.) [min - max]	Mean (Std. Dev.) [min - max]	Mean (Std. Dev.) [min - max]
Food Consumption Score (FCS)	66.23 (31.67) [15.83– 112]	59.05 (16.29) [21 – 107]	47.05 (22.57) [19.33– 107]	60.33 (26.31) [19.33 – 107]

FCS, 0 – 21 is characterized as poor food consumption; FCS, 21.5 to 35 is characterized as Borderline food consumption; and FCS greater than 35 is considered as acceptable food consumption.

**Table 13. Distribution of food consumption scores (FCS) per households**

FCS quartiles	Freq.	Percent	Cum.
FCS ≤ 40	187	19.77	19.77
FCS 41 - 67	185	19.56	39.32
FCS 68 - 78.5	178	18.82	58.14
FCS 78.6 - 112	396	41.86	100
Total	946	100	

**Table 14. Distribution of food consumption scores (FCS) by Provinces**

FCS quartiles	Kenedougou	Houet	Tuy	HBR
FCS ≤ 40	25.44	10.56	25.40	19.77
FCS 41 - 67	11.24	33.89	10.08	19.56
FCS 68 - 78.5	23.37	21.39	8.87	18.82
FCS 78.6 - 112	39.94	34.17	55.65	41.86

**Table 15. Food consumption groups by FCS**

Food consumption group	Freq.	Percent	Cum.
Poor food consumption	73	7.72	7.72
Borderline food consumption	97	10.25	17.97
Acceptable food consumption	776	82.03	100
Total	946	100	

### 3.5 CROP UTILIZATION AND MARKETS

Half of the households in Houet reported having sold all their produced maize. However, 34 and 28 percent of households sold their entire harvested maize respectively in Kenedougou and Tuy. In the entire sample, 39 percent of households traded all their produced maize (Table 16). Prices of maize varied from 116, 125, and 130 CFA (local currency) respectively for Tuy, Houet, and Kenedougou (Table 17). On average, the reported price of maize was higher in Kenedougou than in other provinces.

*Table 16. Utilization of the maize*

Proportion of production sold	Province			
	Kenedougou	Houet	Tuy	HBR
Some	138	129	117	384
	40.83	35.83	47.18	40.59
Half	85	46	62	193
	25.15	12.78	25	20.4
All	115	185	69	369
	34.02	51.39	27.82	39.01
Total	338	360	248	946

*Table 17. Price of maize in CFA francs*

Province	Maize price (kg)		
	Mean	sd	Median
Kenedougou	130.3	21.53	120
Houet	125.38	68.02	120
Tuy	116.73	13.38	125
Total	124.34	41.64	125

### 3.6 ACCESS TO INFORMATION

Overall 59 percent of producers reported having access to market information about their crops (S4). Households in Houet reported the highest access to market information, followed by Kenedougou. Only 12 percent of producers in Tuy reported having access to market information about their products. Fifty-three percent of self-declared poor producers had access to market information about their products. However, this percentage is 69 percent for self-declared "not poor" (S5).

### 3.7 LEADERSHIP AND MANAGEMENT AT THE HOUSEHOLD

#### 3.7.1 MEMBERSHIP TO A GROUP

About 76 percent of producers were members of community association (e.g. cooperative, microfinance, religious) with the highest incidence in Kenedougou and Tuy (Table S6). Group membership did not appear to vary substantially with a self-reported socio-economic group. Approximately  $\frac{3}{4}$  of both self-identified poor and non-poor individuals were group members (S7).

#### 3.7.2 DECISION MAKING WITH THE HOUSEHOLD

Almost all households head in Kenedougou (99.7%) decided to attend to activity in the last 12 months compared to those from Houet (88%) and Tuy (86.4%). Decisions making in the family about attending agricultural activity was mainly done by the head of the household solely, their spouse or jointly by both. The highest involvement of women (spouse) making a decision was seen in Houet province (36%) which is two times of that in Kenedougou and Tuy. Kenedougou household heads contributed the most in most or all decision making (91%) as compared to those in Houet and Tuy that were about 75%. The contribution of Household heads to income use was 93%, 79%, 73%, and 81% respectively for Kenedougou, Houet, Tuy, and the region (Table S8-12).

#### 3.7.3 SELF-REPORTED CREDIT ACCESSIBILITY

Households were asked both whether they had "access" to credit and whether they received credit. Although 59 percent of households report having access to credit, 42 percent of them received credit (S13). Reported credit access was highest in Kenedougou (71 percent) and lowest in Houet (42 percent). However, the actual receipt of credit was nearly identical in all provinces (S14).

### 3.7.4 PERCEPTION OF SAFETY AND SECURITY

In Tuy, the fear for personal safety that affects the ability to participate is high in agricultural production (60% vs 26% in Kenedougou and 36% in Houet), in the processing of agricultural products (51% vs 3% in Kenedougou and 1% in Houet), in the marketing and sale of agricultural products (53% vs 16% in Kenedougou and 6% in Houet) (S15).

### 3.8 EXPENDITURE FOR FOOD

The yearly per capita food consumption expenses (in CFA) varied across provinces with 45610.6, 49497.5, and 48195.8 respectively for Kenedougou, Houet, and Tuy. Houet province had the highest food consumption expenses versus Kenedougou where expenses were the least (Table 18).

*Table 18. Yearly per capita food consumption expenses (in CFA) by province*

Province	Mean	sd	Median	Min	Max
Kenedougou	45610.62	30302.62	38224.56	7222.22	260000
Houet	49497.51	41788.98	34047.62	6933.33	202222
Tuy	48195.79	35104.39	40617.22	7090.90	260000
Total	46958.49	33682.14	39000	6933.33	260000

### 3.9 STRATEGIES TO ADAPT CLIMATE CHANGE

#### 3.9.1 NUMBER OF INDIVIDUALS ADOPTING IMPROVED LAND / NATURAL RESOURCE MANAGEMENT TECHNIQUES: ZAÏ, ANR, INTERCROPPING, COMPOSTING, REFORESTATION, IMPROVED FIREPLACES

To be more resilient and adapt to climate change, farmers adopted some techniques. Techniques related to water harvesting and management in the field (Zaï, half-moon) were adopted in the region 94%. Assisted natural regeneration was adopted and concerned wildlife management in the fields (49%), composting (69%), crop rotation (80), agroforestry: tree planting in the fields were well adopted (52%) (Table 19). In the region, few people 14% didn't hear about plant clinics, 9% visit plant clinicians, 12% were visited by clinicians, 15% got advice from clinicians, and 15 are utilizing those advices in practice (Table 20). Sixty-nine percent of households surveyed had used improved seeds in the last 3 years where 32% about improved high-yielding and drought-tolerant seeds. Tuy province (27%) is the center of basic improved seed production zone but Kenedougou farmers benefit more from the redistribution (Table 21). All Farmers were willing in participating in training in corn production or workshop and ready to be contacted for further research (S16).

*Table 19. Adaptation to climate change (%)*

Techniques NAS	Kenedougou		Houet		Tuy		HBR	
	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No
Zaï	7.1	92.9	2.8	97.2	6.1	93.9	94.4	5.5
Assisted Natural Regeneration (NAS): Wildlife Management in the fields	62.1	37.9	59.3	40.7	15.3	84.7	48.8	51.2
Cropping association (two or three or more associated)	21.9	78.1	26.9	73.1	27.8	72.2	25.2	74.8
Composting	57.1	42.3	74.7	25.3	75.4	24.6	68.6	31.2
Reforestation	31.4	68.6	30.6	69.4	21.8	78.2	28.6	71.4
Improved fireplaces	3.8	96.2	7.2	92.8	8.9	91.1	6.5	93.5
Half-moon	11.8	88.2	0.8	99.2	4.1	95.9	5.6	94.4
Crop Rotation	84.0	16.0	73.8	26.2	84.3	15.7	80.2	19.8
Agroforestry: tree planting in the fields	58.3	41.4	44.3	55.7	54.7	45.3	52.0	47.9

Table 20. Plants Clinic: attendance and advice (%)

Plants Clinic	Kenedougou		Houet		Tuy		HBR	
	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No
Have you ever heard of a Plant Clinic?	12.1	87.9	4.6	95.4	29.3	70.7	13.7	86.3
Do you visit a plant clinic?	2.4	97.6	2.5	97.5	28.2	71.8	9.2	90.8
Visit to Plant Doctors / Nurses	9.8	90.2	3.1	96.9	27.9	72.1	12.0	88.0
Have the advice of been helpful?	8.6	91.4	10.9	89.1	29.8	70.2	15.5	84.5
Use / practice	7.9	92.1	14.0	86.0	25.9	74.1	15.0	85.0

Table 21. Adoption of high-yielding and drought-tolerant seeds (%)

Techniques GRN	Kenedougou		Houet		Tuy		HBR	
	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No
Did you use improved seeds in the last three seasons, including the current one in 2016/2017?	66.6	33.4	74.1	25.9	64.1	35.9	68.8	31.2
Have you used basic seed in the last three seasons, including the current one, 2016/2017?	12.7	87.3	0.6	99.4	27.0	73.0	11.9	88.1
Are you benefiting from improved high-yielding and drought-tolerant seeds?	36.4	63.6	13.6	86.4	51.2	48.8	31.6	68.4
Are you a beneficiary of basic seed?	36.4	63.6	0.3	99.7	17.5	82.5	5.7	94.3

**“Basic Seed:** According to the law N ° 010-2006 / AN regulating plant seeds in Burkina Faso in chapter II, article 5, the basic seed is usually represented by the symbol "G4" to signify that it constitutes the seed Fourth generation or multiplication of the strain seed. It is produced and strictly managed by the research institutions either at the research station level or by seed producers supervised by them. The basic seed is produced under the quality control of an official certification body”

#### 4 DISCUSSION

Heads-of-household were predominately male (98.4%) and their literacy rate was (61.7%). Twenty-seven percent of the households self-reported as migrants have settled in the HBR within the past 10 years. The size of the households averaged 15 peoples whereas median was 11 peoples and mode was 8 peoples (Ranged for 3 to 85 people). The findings of this work are similar to reported earlier [15] whereby in the sub-humid zone of Burkina the head-of-household was male and the average household included 18 people. Nearly one-half (47.4%) of households had a non-drinkable water source, and 7.7% had no sanitary toilet. All households used firewood for cooking. The use of a cell phone was popular (97%) and 80% listened regularly to the radio. The high penetration of media and ICT can help reach farmers and improved their productivity. Those ICTs showed improving agriculture productivity in developing countries [16; 17].

In the HBR, the average production area for cereal crops was 8.7 ha, of which 5.2 ha was for maize production. Household land areas ranged from five to 20 separate fields. A large number of fields imply crop diversification. Crop diversification can be implemented in various forms and at a variety of scales, thereby allowing farmers to choose a strategy that increases resilience and renders economic benefits [18]. The average cost for one ha of land was 212540 CFA (\$366 U.S.) in the HBR. The average maize yield was 4300 kg per household, 1000 to 1700 kg/ha. The average yield was similar to the West African average of 1.5 tons per hectare [19] but lagged behind the 2,000 to 5,000 kg/ha yields for improved varieties [20]. Half of the households sold all their maize production just after harvesting whereas 39 % of households sold their maize progressively. The price of maize ranged from 116 to 130 CFA (\$0.20 to \$0.22/kg).

The first quartile of household food consumption score was lower to 40 while the fourth quartile starts from a food consumption score of 78.6. More than 40 percent of households were concerned about running out of food during the year. Nine percent of respondents indicated food insecurity in all aspects. Eight percent of households reported a food consumption score (FCS) less than 21 (poor food consumption) while 10% reported an FCS less than 35 (borderline food consumption). However, under the standard WFP scoring category, 82% of the households had acceptable food consumption score. The overall average FCS score in each province was above the acceptable food consumption score threshold (>35). The acceptable food consumption score may also be linked to the association of maize and vegetable production in the HBR. In fact, 98% of

farmers produced maize, and 34 % produced vegetables for family consumption or sale. It appeared emergent to assist that 18% of the household's to improve their food consumption status through proper formulation and implementation of food security policies targeting those vulnerable households to ensure a healthy diet. Also, the quality of the household's diet was obviously better in Burkina Faso Centre-West Region where 44% of households had acceptable food consumption score [21]. The HBR scored higher than the majority of countries in Africa and is in a Food Consumption Group (FCG) similar to Sudan and Laos according to the WFP Guide [13, 14]. It was noted that the dietary diversity was calculated at the household aggregate level and many households in the sample were very large.

In the HBR, 59% of farmers reported having access to agricultural market information. Access to information was related to well-being (53% for self-declared 'poor' and 69% for self-declared 'not poor'). We supposed access to agricultural market information is crucial for farmers to make decisions and due to high penetration ICT (mobile phone, radio), a training may increase the access rate. Use of software such a SIMAgri [22] could help to (1) sell to new buyers, (2) facilitate the negotiation, (3) save time, (4) weight product before selling, and (5) get informed. SIMAgri has been successfully used in Tanzania [22]. Seventy-six percent of farmers were members of a community group (e.g. cooperative, microfinance, religious) and membership did not vary substantially with the self-reported socio-economic group. Decisions making in the family about attending agricultural activities were made by the head-of-household, their spouse or jointly by both, and the head-of-household made 81% of the household financial decisions.

In the HBR, households in the lowest quartile of livestock ownership had animals worth less than 158,340 CFA (\$273 U.S.) while the livestock wealth of the top quartile topped 2,430,780 CFA (\$4,191). Nineteen percent of households did not own any livestock. The median value of livestock per household was 1,044,000 CFA (\$1,800). Although 59% of households reported having access to credit, only 42% received credit. Access to credit was higher in the HB Region compared to a national average of 9.3% [23]. Annual per capita food consumption expenditures varied across provinces from 45,611 to 49,498 CFA (\$79 to \$85 U.S). The amount allocated to food consumption was below the food security threshold of 108,697 CFA/year (~\$187 U.S./year) [24]. Houet province had the highest food consumption expense likely due to its proximity to Bobo-Dioulasso, the second-largest city in Burkina Faso.

In-field water harvesting techniques common in some regions of Burkina Faso (zaï, half-moon) were uncommon in the HBR. Besides, assisted natural regeneration (ANR), macrobiota management in the fields, composting, crop rotation, and agroforestry (tree planting) were common practices. Farmers were more concerned about soil fertility than water management. Farmers were interested in improved seed varieties. Sixty-nine percent had used improved seeds in the previous three years, and 32% used improved high-yielding and drought-tolerant seeds. The use of drought-tolerant seed is likely a strategic response to increasingly unpredictable rainfall. All farmers were willing to participate in training in maize production and further research.

## **5 CONCLUSION**

In the HBR, 82% of the households had an acceptable food consumption score. Ninety-eight percent of farmers produced maize and 34% produced vegetables for the market or family consumption. Cereal crop production per household was about 8.7 ha, 5.2 ha of which was for maize production. The average production of maize was 4300 kg per household with yields ranging from 1000 to 1700 kg/ha. Eight percent of households reported an FCS less than 21 (poor food consumption) while 10% reported an FCS less than 35 (borderline food consumption). However, under the standard WFP scoring category, 82% of the households had acceptable food consumption score. Annual per capita food consumption expenditures in HBR varied across provinces from 45611 to 49498 CFA (\$79 to \$85 U.S). Although 59% of households reported having access to credit, only 42% received credit. Sixty-nine percent of households used improved high-yielding and drought-tolerant seeds. Firstly, the household's belonging to group of poor to borderline FCS need food assistance to improve their food situation. In that, formulation and implementation of food security policies targeting vulnerable households to ensure a healthy diet is necessary. Secondly, amelioration of the agriculture production system through appropriate scale mechanization will intensify sustainably while diversifying the production. Lastly, a periodic food security profile study covering the season will help understand the dynamic and implement better food security policies.

## **CONFLICT OF INTEREST**

There is no conflict of interest reported by the authors. The work was conducted under their supervision and each contributed to various aspects of the design, execution, writing, and review of the manuscript.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to acknowledge the USAID (US agency for international development) for financial support for this work (Cooperative Agreement No. AID-O-AA-L-14-00006). We also thank our colleagues from the Kanas State (USA) through the sub-award from SILL (Sustainable intensification innovation laboratory) in the feed the future program. The authors are also grateful to smallholder farmers of the Hauts-Bassins Region, extension services agents, and students at the Institute of Rural Development (IDR) for their co-operating in this study.

## REFERENCES

- [1] Jacobson, Kurt, *The-environmental-impact-of-food-waste*, 2015.  
[Online] Available: <https://moveforhunger.org/the-environmental-impact-of-food-waste> (May 11, 2015)
- [2] AFD: Agence Française de Développement, *Agriculture, sécurité alimentaire et nutrition. Plan d'action 2012-2016*.  
[Online] Available: [www.afd.fr](http://www.afd.fr), 40 pages. (2015)
- [3] INSD, *Recensement Général de la Population et de l'Habitation de 2006: Résultats définitifs*. Ministère de l'Economie et des Finances,  
[Online] Available: <http://www.insd.bf/n/nada/index.php/catalog/23#:~:text=Le%20Recensement%20G%C3%A9n%C3%A9ral%20de%20la,%C3%A9conomique%20et%20sociale%20du%20Gouvernement.> (January 11, 2013)
- [4] CPI, Burkina Faso. *Le secteur agricole*. Conseil Présidentiel de l'Investissement (CPI).  
[Online] Available: 2012. (Citation: April 25 2012)
- [5] L. Clarke and C. Bishop, "Farm Power-Present and Future Availability in Developing Countries. Invited Overview Paper Presented at the Special Session on Agricultural Engineering and International Development in the Third Millennium". *ASAE Annual International Meeting/CIGR World Congress*, July 30, Chicago, IL. USA. (2002)
- [6] S. E. Tapsoba, E. Vall, and M. Havard. "Introduction et évaluation de la traction monobovine avec le jouguet IRAD-BF à l'Ouest du Burkina Faso." (2013).
- [7] Virginia Tech. "Accelerating global agricultural productivity growth is critical." *ScienceDaily*. ScienceDaily,  
[Online] Available: [www.sciencedaily.com/releases/2019/10/191016074750.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2019/10/191016074750.htm) (October 16 2019).
- [8] D. Ouédraogo, M. Kaboré, and B. Kienou, "Insécurité alimentaire, vulnérabilité et pauvreté en milieu rural au Burkina: une approche en termes de consommation d'énergie". *Mondes en développement*, 140 (4), 65-84.  
doi: 10.3917/med.140.0065. (2007)
- [9] S. C. Side and M. Havard, Développer Durablement La Mécanisation Pour Améliorer La Productivité De L'agriculture Familiale en Afrique Subsaharienne. *Int. J. Adv. Stud. Res. Africa*. 2015, 6 (1&2): 34-43. (2015)
- [10] INSD. "Annuaire statistique 2017 de la région des Hauts Bassins",  
[Online] Available: [http://www.insd.bf/n/contenu/pub\\_periodiques/annuaires\\_stat/annuaires\\_stat\\_regionaux\\_BF/Annuaire\\_statistique\\_2017\\_HB.pdf](http://www.insd.bf/n/contenu/pub_periodiques/annuaires_stat/annuaires_stat_regionaux_BF/Annuaire_statistique_2017_HB.pdf) (2017)
- [11] U. Murray, et al. "Smallholder farmers and climate smart agriculture: technology and labor-productivity constraints amongst women smallholders in Malawi." *Gender, Technology and Development* 20.2: 117-148. (2016)
- [12] T. A. Schwartz and S. D. Jonathan "A two-stage sample size recalculation procedure for placebo-and active-controlled non-inferiority trials." *Statistics in medicine* 25.19: 3396-3406. (2006)
- [13] World Food Programme. "Food consumption analysis: Calculation and use of the food consumption score in food security analysis." Report (2008).
- [14] I. Cliffer, W. A. Masters, J. A. Trevino, P. Webb, and S. Ghosh. "Food systems and nutrition: emerging evidence and research opportunities, Nutrition Innovation Lab, Friedman School of Nutrition Science and Policy, Tufts University." (2019).
- [15] S. A. Kima, A. A. Okhimamhe, A. Kiema, N. Zampaligre,, and I. Sule, "Adapting to the impacts of climate change in the sub-humid zone of Burkina Faso, West Africa: Perceptions of agro-pastoralists". *Pastoralism*, 5 (1), 16. (2015)
- [16] D. Houghton, "Cell phones and cattle: the impact of mobile telephony on agricultural productivity in developing nations". Unpublished honors thesis, Trinity College, Duke University. (2009)
- [17] K. Asenso-Okyere, and D. A. Mekonnen, "The importance of ICTs in the provision of information for improving agricultural productivity and rural incomes in Africa". *African Human Development Report. UNDP Sponsored research Series*. (2012)
- [18] B. L. Brenda "Resilience in Agriculture through Crop Diversification: Adaptive Management for Environmental Change", *BioScience*, Volume 61, Issue 3, Pages 183–193, March 2011
- [19] H. Macauley, "Background Paper Cereal Crops: Rice, Maize, Millet, Sorghum, Wheat" paper presented to Feeding Africa Conference, African Development Bank, Dakar, Senegal. 21-23, October 2015
- [20] M. Escalante-Ten Hoopen, & A. Maïga, « Maize production and transformation. Coédite par Ingénieurs Sans Frontières Cameroun (ISF Cameroun) et Centre technique de coopération agricole et rurale » (CTA). ISBN du CTA: 978-92-9081-494-8. 2012

- [21] O. Ouedraogo, W. R. Ella. Compaore, K. E. Sabiba Amouzou, N. Zeba. Augustin, M.amoudou H. Dicko, "Household's Food Consumption Profile during Agricultural Mitigation Period: Burkina Faso Centre-West Region case". *Journal of Nutrition and Food Security (JNFS)*, 4 (4): 279-292. 2019
- [22] H. David-Benz, O. E. Olvera, and A. R. Ouedraogo, "Market Information Systems efficiency: questioning access and use before seeking any impact". INRA. (2019)
- [23] O. A. Garcia, M. G. Deirdre, and M. K. Kouessi. "Burkina Faso Évaluation de la stratégie et du programme de pays." (2019).
- [24] R. H. Melgar-Quinonez, A. C. Zubieta, B. MkNelly, A. Nteziyaremye, M. F. D. Gerardo, C. Dunford, "Household Food Insecurity and Food Expenditure in Bolivia, Burkina Faso, and the Philippines", *The Journal of Nutrition*, Volume 136, Issue 5, Pages 1431S–1437S May 2006

ANNEX

S1: Distribution of household members by age group and sex

Descriptive Statistics								
	N	Range	Minimum	Maximum	Sum	Mean		Std. Deviation
	Statistic	Statistic	Statistic		Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic
0-5 M	946	14	0	14	1422	1.50	0.056	1.714
0-5 F	944	17	0	17	1497	1.59	0.057	1.744
6-14 M	944	14	0	14	1673	1.77	0.059	1.810
6- 14 F	946	15	0	15	1649	1.74	0.060	1.835
15-24 M	943	16	0	16	1451	1.54	0.067	2.063
15- 24 F	942	12	0	12	1212	1.29	0.056	1.705
25-49 M	946	18	0	18	1705	1.80	0.069	2.134
25-49 F	943	26	0	26	2063	2.19	0.074	2.282
50+ M	946	10	0	10	527	0.56	0.025	0.761
50+ F	945	11	0	11	570	0.60	0.031	0.938
Valid N	932				13769	14.58		

F: female; M: Male

S2: Water sources

Water source					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	phw	176	18.6	18.6	18.6
	phw, uhw	1	0.1	0.1	18.7
	phw, uhw, sw	6	0.6	0.6	19.3
	phw, uhw, rw, ffd	1	0.1	0.1	19.5
	phw, uhw, sw, ffd	13	1.4	1.4	20.8
	phw, uhw, ffd	3	0.3	0.3	21.1
	phw, sw	4	0.4	0.4	21.6
	phw, sw, rw	1	0.1	0.1	21.7
	phw, sw, rw, ffd	13	1.4	1.4	23.0
	phw, sw, rw,	1	0.1	0.1	23.2
	phw, sw, ffd	5	0.5	0.5	23.7
	phw, rw, ffd	10	1.1	1.1	24.7
	phw, ffd	59	6.2	6.2	31.0
	uhw	234	24.7	24.7	55.7
	uhw, sw	3	0.3	0.3	56.0
	uhw, sw, rw, ffd	16	1.7	1.7	57.7
	uhw, sw, rw, ffd	1	0.1	0.1	57.8
	uhw, sw, ffd	1	0.1	0.1	57.9
	uhw, rw	1	0.1	0.1	58.0
	uhw, rw, ffd	9	1.0	1.0	59.0
	uhw, ffd	30	3.2	3.2	62.2
	sw	15	1.6	1.6	63.7
	sw, rw, ffd	1	0.1	0.1	63.8
	sw, ffd	12	1.3	1.3	65.1
rw	1	0.1	0.1	65.2	
rw, ffd	7	0.7	0.7	66.0	
ffd	322	34.0	34.0	100.0	
Total	946		100.0	100.0	

Protected hollow well (phw): 01; Unprotected hollow well (uhw): 02; Surface water (stream, shoal, rivers) (sw): 03; Rainwater (rw): 04; Faucet / fountain / drilling (public or private) (ffd): 05.

## S3: Sanitary status

Sanitary				
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
TWS	144	15.2	15.3	15.3
TWS, TVST	1	0.1	0.1	15.4
TWS, TVST, PL	1	0.1	0.1	15.5
TWS, PL	100	10.6	10.6	26.1
TWS,4	2	0.2	0.2	26.3
TVST	289	30.5	30.6	56.9
TVST, PL	93	9.8	9.9	66.7
PL	234	24.7	24.8	91.5
PL, LF	1	0.1	0.1	91.6
LF	4	0.4	0.4	92.1
None	73	7.7	7.7	99.8
Oth	2	0.2	0.2	100.0
NR	2	0.2	100.0	
Total	946	100.0		

## S4. Access to market information about your product by province

Market access	Province			HBR
	Kenedougou	Houet	Tuy	
No access	109	60	218	387
	32.34	16.76	87.9	41.04
Access	228	298	30	556
	67.66	83.24	12.1	58.96
Total	337	358	248	943

## S5. Access to market information about your product by self-attributed socio-economic group

Access to market	Self-attributed socio-economic group		HBR
	Poor	Not Poor	
No access	256	122	378
	47.5	30.89	40.47
Access	283	273	556
	52.5	69.11	59.53
Total	539	395	934

## S6. Group membership by province

Membership	Province			HBR
	Kenedougou	Houet	Tuy	
Yes	293	192	207	692
	86.69	56.97	86.25	75.63
No	45	145	33	223
	13.31	43.03	13.75	24.37
Total	338	337	240	915

*S7. Group membership by self-attributed socio-economic group*

Membership	Self-attributed socio-economic groups		HBR
	Poor	Not Poor	
Yes	387	298	685
	74.71	76.61	75.52
No	131	91	222
	25.29	23.39	24.48
Total	518	389	907

*S8. Decision to attend activity in the last 12 months*

Response	Kenedougou		Houet		Tuy		HBR	
	Frequency	Percent	Frequency	Percent	Frequency	Percent	Frequency	Percent
Yes	337	99.7	316	88.0	209	86.4	862	91.8
No	1	0.3	43	12.0	33	13.6	77	8.2

*S9. Person taking decision in the Household*

Response	Kenedougou		Houet		Tuy		HBR	
	Frequency	Percent	Frequency	Percent	Frequency	Percent	Frequency	Percent
Household head	180	56.3	178	56.3	165	76.4	523	61.4
spouse	52	16.3	115	36.4	34	15.7	201	23.6
Other female household member			2	.6	5	2.3	7	.8
Other male household member	3	.9	10	3.2	1	.5	14	1.6
Other female not household member								
Other female not household member jointly	85	26.6	9	2.8	11	5.1	105	12.3
Not Applicable			1	.3			1	.1

*S10. Contribution when you have had to make decisions about*

Response	Kenedougou		Houet		Tuy		HBR	
	Frequency	Percent	Frequency	Percent	Frequency	Percent	Frequency	Percent
No contribution	1	.5	21	6.6	9	4.2	31	4.2
contribution in certain decisions	13	6.3	54	17.1	42	19.4	109	14.7
Contribution in most or all decisions	189	91.3	238	75.3	160	74.1	587	79.4
None in the decisions taken	3	1.4	3	.9	5	2.3	11	1.5

*S11. To what extent do you feel that you can make your own personal decisions about [the activity] if you want?*

Response	Kenedougou		Houet		Tuy		HBR	
	Frequency	Percent	Frequency	Percent	Frequency	Percent	Frequency	Percent
Not at all			3	.9	5	2.3	8	1.1
Low Measure	7	3.4	36	11.4	5	2.3	48	6.5
Average range	11	5.3	103	32.6	62	28.7	176	23.8
To a large extent	189	91.3	174	55.1	144	66.7	507	68.6

*S12. Your contribution to decisions on the use of income generated*

Response	Kenedougou		Houet		Tuy		HBR	
	Frequency	Percent	Frequency	Percent	Frequency	Percent	Frequency	Percent
No contribution in some decisions			6	1.9	7	3.2	13	1.8
Contribution in certain decisions	12	5.8	60	19.0	51	23.6	123	16.6
Contribution in most or all	193	93.2	249	78.8	158	73.1	600	81.2
No contribution taken	2	1.0	1	.3			3	0.4

*S13. Potential credit accessibility*

	Kenedougou	Houet	Tuy
Have access to Credit	71.3	41.64	59.92
Have No access to Credit	26.33	56.51	38.87
Don't know	2.37	1.86	1.21

*S14. Credit received*

	Kenedougou	Houet	Tuy	HBR
Someone received credit	43.32	40.11	42.11	41.78
No one received credit	51.04	58.22	57.09	55.36
Don't know	5.64	1.67	0.81	2.86

*S15: Farmer appreciation of safety and security in Haut Bassin Region (%)*

Questions	Response	Kenedougou	Houet	Tuy	HBR
Fear for personal safety affects ability to participate in agricultural production	Yes	27.5	37.0	60.3	39.7
	No	72.5	63.0	39.7	60.3
Fear for personal safety affects ability to participate in the processing of agricultural products	Yes	3.0	1.4	50.6	14.6
	No	97.0	98.6	49.4	85.4
Fear for personal safety affects ability to participate in the marketing and sale of agricultural products	Yes	16.0	6.1	52.8	21.9
	No	84.0	93.9	46.8	78.0

*S16. Monitoring*

Monitoring	Kenedougou		Houet		Tuy		HBR	
	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No
Would you be interested in participating in training in corn production or workshop?	99.1	0.9	99.4	0.6	99.6	0.4	99.4	0.6
Are you willing to be contacted for further research?	99.4	0.6	99.7	0.3	100.0	0	99.7	0.3

## Apport des activités physiques sur les symptômes physiologiques des femmes ménopausées de Kinshasa

*Melchade Tau Atiani*

Chef de Travaux à l'UPN, Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2020 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 effects of physical activities on physiological symptoms among menopauses in Kinshasa (D.R.Congo) have not yet been studied. To evaluate the effects of physical activities practice on physiological parameters of menopauses after 6 months of experimentation, a longitudinal study was conducted in Kinshasa (D.R.Congo). It concerned 46 females divided into 2 groups (experimental and control group). These subjects were submitted to some measures and quiz before and after experimentation but the experimental group has been submitted to a cycle of 6 months' physical activities. After experimentation, we have observed a significantly increase of behavior of experimental group. The subjects of experimental group came to enjoy increased physiological parameters while the subjects of control group continued to face physiological increased discomfort. The practice of physical activities among menopauses contributes to the increase of their physiological health and is a therapy for physiological symptoms of menopause.

**KEYWORDS:** Physicals activities; Menopause; Symptom; Physiologic; Kinshasa (DRC).

**RESUME:** Les effets des activités physiques sur les symptômes physiologiques des femmes ménopausées de Kinshasa (République Démocratique du Congo) n'ont jamais été étudiés. Notre étude avait comme objectif l'évaluation des acquis des activités physiques sur les symptômes physiologiques des ménopausées Kinois. C'est une étude expérimentale réalisée à Kinshasa. Elle a porté sur 46 femmes ménopausées réparties en deux groupes dont 24 du Groupe Témoin (GT). Les sujets du Groupe Expérimental ont été soumis à un cycle d'activités physiques pendant 6 mois précédé de l'administration d'un questionnaire. Un autre questionnaire sera administré aux deux groupes à la fin de l'expérimentation afin d'en évaluer l'impact. Après l'expérimentation, une amélioration des symptômes physiologiques a été notée chez les femmes ménopausées du GE alors que celles du GT ont vu les leurs se détériorer. Ainsi, la pratique des activités physiques contribue à l'amélioration de la santé des femmes ménopausées et constitue une thérapeutique aux symptômes physiologiques des femmes ménopausées de Kinshasa.

**MOTS-CLEFS:** Activités physiques; Ménopause; Symptômes; physiologiques; Kinshasa (RDC).

### 1 INTRODUCTION

Au-delà de sa définition médicale, la ménopause est l'un des tournants majeurs de la vie d'une femme [1]. Si les changements physiques et émotionnels entraînent, chez près d'un tiers d'entre elles, une diminution de la libido, les autres, libérées de nombreux soucis, se laissent aller à plus de 50 ans, actives, séduisantes et disponibles pour le plaisir [2].

La proposition du traitement hormonal ne peut en effet, être considérée comme une solution miracle; les aspects psychosociologiques influencent tout autant que les aspects physiologiques la sexualité de la femme après la ménopause [3]. La ménopause, naturelle ou provoquée, est la conséquence de la baisse de la production d'hormones féminines (œstrogène et progestérone). Cette chute des hormones engendre l'arrêt des menstruations et diverses conséquences sur les organes

génitaux internes et externes. Les poils pubiens sont moins nombreux et le vagin peut s'atrophier, devenant plus petit et plus étroit dans le cas où il n'y a plus de sexualité [4].

Bien que les exercices physiques aient été documentés de réduire favorablement ces symptômes, il y a une faible connaissance de leurs effets sur les femmes ménopausées en République Démocratique du Congo.

Notre étude s'assigne comme objectifs d'évaluer les acquis des activités physiques sur les symptômes physiologiques des femmes ménopausées de Kinshasa.

## 2 MATERIEL ET METHODES

Notre étude était de type longitudinal. Elle a consisté à une expérimentation menée sur un échantillon composé de 46 femmes ménopausées divisées en 2 groupes: le premier groupe (Groupe Expérimental (GE)) était composé de 22 femmes ménopausées inscrites à la Salle de musculation du COSM /Kinshasa; le deuxième groupe (Groupe Témoin (GT)) était composé de 24 femmes ménopausées de l'UPN/Kinshasa. Le groupe expérimental a été soumis à 6 mois de programme d'Activités Physiques Adaptées, à la fréquence de 3 fois par semaine, la durée de la séance étant de 60 minutes. Ce programme était basé sur les principes suivants: l'état de nos sujets; la progression biologique et pédagogique; la spécificité; l'individualisation; la qualité du travail; la nature des exercices; la durée des séances; l'intensité des exercices et le plan normal d'une séance d'APA. Un questionnaire

a été administré à notre échantillon avant et après l'expérimentation pour évaluer les acquis des activités physiques. La décision statistique était prise grâce au Chi-carré au seuil de p.05. Nos données étant non paramétriques, ce test est le mieux indiqué.

## 3 RESULTATS

Les résultats des questionnaires seront présentés dans les tableaux, sous forme d'effectif (n) et de pourcentage (%).

**Tableau 1. Persistance des bouffées de chaleur**

	N		%	
	GE	GT	GE	GT
Non	11	24	50**	-
Oui	11	-	50	100
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>18</b>	<b>100</b>	

\*\* = différence très significative

Les résultats présentés dans le tableau 1 rapportent que 50% des femmes ménopausées du GE n'ont plus de bouffées de chaleur alors que toutes les ménopausées du GT en ont toujours. La différence entre les deux pourcentages consacre une différence très significative au profit du GE ( $p < 0,05$ ).

**Tableau 2. Persistance des troubles du sommeil**

	N		%	
	GE	GT	GE	GT
Non	17	22	77,2**	08,3
Oui	05	02	22,7	91,6
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>100</b>	

\*\* = différence très significative

A la lecture des résultats présentés dans le tableau 2, il ressort que 71,2% des femmes ménopausées du GE ne connaissent plus de troubles du sommeil contre 8,3% du groupe témoin. Il se dégage que les sujets du groupe expérimental ont amélioré de manière très significative leur sommeil par rapport à celles du groupe témoin.

**Tableau 3. Persistance de la transpiration nocturne**

	N		%	
	GE	GT	GE	GT
Non	18	03	81,8*	12,5
Oui	04	21	18,1	87,5
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>100</b>	

\*= différence significative

Les résultats présentés dans le tableau 3 montrent que la différence entre les pourcentages des deux groupes consacre une signification quant à la transpiration nocturne car les sujets du GE transpirent de moins en moins la nuit.

**Tableau 4. Etat actuel du désir sexuel**

	N		%	
	GE	GT	GE	GT
Amélioré	11	01	50**	04,1
Stagnant	06	05	27,2	20,8
En baisse	05	18	22,7	75
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>100</b>	

\*\*= différence très significative

Les résultats présentés dans le tableau 4 font apparaitre une différence très significative quant à l'état du désir sexuel entre les sujets de deux groupes. En effet, les sujets du GE ont notablement amélioré leur désir sexuel ( $p < 0,05$ ).

**Tableau 5. Persistance des modifications de la peau et des cheveux**

	N		%	
	GE	GT	GE	GT
Oui	22	24	100	100
Non	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>100</b>	

Au regard des résultats présentés dans le tableau 5, toutes les femmes ménopausées des deux groupes ont vu persister les modifications de leur peau et chevelure. La différence entre les deux pourcentages est nulle, donc les deux groupes sont homogènes.

**Tableau 6. Volume des seins à la deuxième passation**

	N		%	
	GE	GT	GE	GT
Diminué	04	05	18,1	04,1
Stagnant	14	03	63,6 *	12,5
Augmenté	04	16	18,1	66,6
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>100</b>	

\*= différence significative

Au regard des résultats présentés dans le tableau ci-haut, le volume des seins de 63,6% des femmes du GE est resté stagnant contre 12,5% du GT. Ce qui consacre l'hétérogénéité des deux groupes.

**Tableau 7. Persistance des douleurs aux seins**

	N		%	
	GE	GT	GE	GT
Non	17	15	77,2	62,5
Oui	05	09	22,7	37,5
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>100</b>	

Le tableau ci-haut renseigne que 77,2% des femmes du GE ont continué à avoir des douleurs aux seins contre 62,5% du GT. La différence entre les deux pourcentages est non significative ( $p > 0,05$ ).

**Tableau 8. Persistance des douleurs articulaires**

	N		%	
	GE	GT	GE	GT
Non	14	22	63,6	91,6
Oui	08	02	36,3	08,3
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>100</b>	

Au regard du tableau 11, la différence n'est pas significative à la suite de la comparaison des pourcentages de deux groupes.

**Tableau 9. Persistance des moments de grande fatigue**

	N		%	
	GE	GT	GE	GT
Non	15	23	68,1	95,8
Oui	07	01	31,8	04,1
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>100</b>	

Les résultats illustrés dans le tableau ci-haut indiquent que la majorité des sujets des deux groupes ne ressentent plus de moments de grande fatigue. Les deux groupes sont homogènes quant à ce.

**Tableau 10. Persistance des troubles urinaires**

	N		%	
	GE	GT	GE	GT
Non	13	22	59,0**	08,3
Oui	09	02	40,9	91,6
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>100</b>	

\*\*= différence très significative

Il se dégage des résultats présentés dans le tableau 13 que 59% des femmes du GE ne connaissent plus de troubles urinaires contre 8,3% du GT. La différence est ainsi très significative avec un seuil de  $p < 0,05$ .

**Tableau 11. Types de troubles**

	N		%	
	GE	GT	GE	GT
Incontinence d'urine d'effort	07	15	77,7	68,1
Impériosité mictionnelle	02	05	22,2	22,7
Autre	-	02	-	09,0
<b>TOTAL</b>	<b>09</b>	<b>22</b>	<b>100</b>	

Il ressort des résultats présentés dans le tableau ci-dessus que 77,7% des femmes du GE souffrent de l'incontinence d'urine d'effort contre 68,1% du GT. Il n'y a aucune différence entre les deux moyennes.

**Tableau 12. Persistance de la sécheresse vaginale**

	N		%	
	GE	GT	GE	GT
Oui	15	17	68,1	70,8
Non	07	07	31,8	29,1
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>100</b>	

Quant à la persistance de la sécheresse vaginale, il ne se dégage aucune différence entre les deux groupes après 6 mois.

**Tableau 13. Etat de santé physique et mentale**

	N		%	
	GE	GT	GE	GT
Très bon	13	-	59,0	-
Bon	07	09	31,8	41,6
Moyen	02	05	09,0	20,8
Mauvais	-	10	-	37,5
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>100</b>	

Les résultats présentés dans le tableau 16 indiquent que la majorité des femmes ménopausées du GE ont amélioré leur santé physique et mentale. Elle consacre une fois de plus leur supériorité sur celles du GT.

**Tableau 14. Suggestions des femmes ménopausées en vue de l'amélioration de leur qualité de vie**

	N		%	
	GE	GT	GE	GT
Pratique des APS	21	08	95,4	70,8
APS et des médicaments	01	09	04,5	37,5
Prise des médicaments	-	07	-	29,1
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>100</b>	

La lecture des suggestions présentées dans le tableau ci-haut renseigne que 95,4% des ménopausées du GE conseillent la pratique des APS en vue d'améliorer la qualité de la vie contre 70,8% du GT.

#### 4 DISCUSSION

Les résultats traduits par le questionnaire adressé aux femmes ménopausées des deux groupes renseignent que s'agissant des bouffées de chaleur, 6 mois plus tard: 100% des femmes ménopausées du groupe témoin en ont toujours contre 50% des

femmes du groupe expérimental (tableaux 1); 91,6% des ménopausées du groupe témoin connaissent des troubles du sommeil contre 22,7% (tableau 2).

En effet, bouger est une des façons ou des stratégies les plus simples et les plus efficaces pour les mauvais dormeurs et ceux qui souffrent d'insomnie légère de retrouver un sommeil de qualité.

Premièrement, il a été prouvé que pratiquer un sport, bouger augmente de façon substantielle chez la plupart des personnes la quantité de sommeil lent et profond (phases 3 et 4) et donc du sommeil le plus réparateur pour l'organisme.

Ensuite, l'activité physique réduit dans l'ensemble le temps entre la somnolence et l'endormissement. L'exercice physique est salubre au sommeil tout d'abord parce qu'il permet d'être apte tant mentalement que physiquement, ensuite il offre l'opportunité au corps de dépenser l'énergie physique qu'il a accumulée, de briser la routine des pensées quotidiennes, d'orienter l'attention et la vigilance sur d'autres points. Il permet donc d'évacuer le « mauvais stress ». En effet, le cerveau sécrète lors d'efforts physiques des endorphines propices au sommeil et élimine les hormones liées au stress. Faire de l'activité physique peut être considéré d'un point de vue du sommeil comme une soupape d'évacuation qui offre la possibilité à l'organisme de conserver ou de rétablir son équilibre [5].

Une baisse du désir sexuel a aussi été constatée après 6 mois (75% (groupe témoin) vs 22,7% (groupe expérimental)).

Selon une enquête récente, l'exercice physique est indispensable pour stimuler, voire même prolonger la vitalité sexuelle [6].

Alors que le "stress" est le pire ennemi d'une sexualité active, un programme d'exercices physiques adéquats est indispensable pour la stimulation sexuelle.

C'est ce que montrait une enquête récente, menée auprès de 2.000 personnes: les coureurs auraient une vie sexuelle beaucoup plus active que ceux qui ne courent pas. Ainsi, 10% des coureurs réguliers feraient l'amour une fois par jour et 3% d'entre eux deux fois par jour, tandis que 25% des personnes qui ne courent pas avoueraient avoir des rapports sexuels moins d'une fois par mois [7].

Les femmes aussi bénéficient de l'effet « libidinal » de l'exercice, selon une autre enquête menée auprès de 8.000 femmes, qui a déjà montré que 25 % d'entre elles avaient le goût de faire l'amour après leur workout. 3% seulement ont dit connaître une baisse de leur désir sexuel. Après plus de six mois, 34 % des femmes ont mentionné avoir une vie sexuelle plus satisfaisante depuis qu'elles faisaient de l'exercice et presque toutes (89%) ont soutenu qu'elles avaient davantage confiance dans leurs capacités sexuelles [8].

Certes le sport stimule le désir sexuel, mais il faut en profiter avec modération car trop d'exercice pourrait nuire à la libido des deux sexes. A savoir qu'on peut observer chez des athlètes qui participaient à des efforts de longue durée (plus de trois heures) une baisse marquée du taux de testostérone dans le sang [9].

Les modifications de la peau et de la chevelure ont été remarquables après 6 mois dans les deux groupes (tableaux 5).

S'agissant du volume des seins, le tableau 6 indique que 66,6% des femmes du groupe témoin ont vu leurs seins augmenter de volume contre 18,1% des femmes du groupe expérimental alors que 63,6 % des femmes ménopausées du groupe expérimental ont vu le volume de leur sein stagner, et 18,1% l'ont vu diminuer. Quant aux douleurs aux seins, le tableau 7 renseigne que 62,5% des femmes du GT ont continué à en avoir contre 22,7% du GE. Les hormones sont le plus souvent responsables de la sensibilité et du gonflement des seins.

Dans la plupart des cas, la sensibilité des seins est corrélée à des changements hormonaux. Très souvent, la sensibilité des seins a un caractère cyclique. Au cours du cycle menstruel, la sensibilité des seins peut évoluer: le sein est le plus petit les jours n°2 à 5 des menstrues puis il commence à grossir sous l'influence de l'œstrogène et plus tard de la progestérone et de la prolactine. Le maximum de sensibilité des seins s'observe juste avant les règles.

A différentes périodes de leur vie, les femmes peuvent souffrir d'une sensibilité des seins: pendant la puberté, pendant la période prémenstruelle, pendant le premier trimestre de grossesse et pendant la ménopause. Les filles qui entrent en puberté, les femmes qui entrent en ménopause et les femmes enceintes peuvent toutes s'attendre à une certaine sensibilité et un gonflement de leurs seins à certains moments.

Sensibilité et douleurs aux seins peuvent faire craindre un cancer du sein. Heureusement, la sensibilité des seins est rarement un symptôme de cancer du sein, mais pour se rassurer, les ménopausées, doivent tout de même passer une mammographie. Des grosseurs peuvent se développer dans les glandes qui produisent le lait et entraîner la maladie fibrocystique du sein [10].

Quant aux douleurs articulaires, au vu des résultats présentés dans le tableau 8 il ressort que 36,3% des femmes du GE ont continué à en souffrir contre 91,6% des femmes du GT. L'apparition des douleurs articulaires est due à l'état de l'organisme et des activités pratiquées. Ces douleurs sont des signes précurseurs d'une activité inadaptée ou d'une carence en certains éléments vitaux au fonctionnement musculaire, les articulations étant constituées par des terminaisons musculaires assurant leur mobilité, étant des mécanismes extrêmement sensibles, les articulations doivent être soignées et entretenues. Ressentir un mal de dos ou une douleur au niveau du genou est assez bénigne mais les affections chroniques s'apparentent à un dysfonctionnement du système de flexion.

Les maladies articulaires peuvent être évitées ou retardées en ménageant le corps et en favorisant les échauffements et les exercices progressifs. Les activités doivent être équitablement réparties sur toutes les parties du corps [11]. Le moyen le plus important de préserver les articulations consiste en un respect d'un régime alimentaire sain et la pratique d'exercices physiques à un rythme adapté à chaque organisme. Une activité ne nécessitant que peu d'efforts est conseillée aux sujets ayant ressenti des douleurs au niveau des articulations. Cette littérature justifie le gain des sujets du GE face à ceux du GT car, 63,7% des femmes ménopausées du groupe expérimental n'ont plus de douleurs articulaires contre 8,4% du groupe témoin.

La ménopause entraîne des moments de grande fatigue, 95,8% des femmes du groupe témoin ont continué à le ressentir alors qu'elles ne sont que 31,8% seulement dans le groupe expérimental, les résultats présentés dans le tableau 9 en font foi. En dépit du fait que les résultats de notre étude confirment le rapport entre ménopause et fatigue. Le Docteur Chantal Guénio [12] analyse autrement ce rapport: Est-il normal d'être épuisé au moment de la ménopause ? Non, une fatigue n'est jamais normale et doit toujours être explorée comme s'il s'agissait d'une maladie, souligne-t-il. Il peut s'agir de l'un des symptômes d'une dépression.

Il se dégage que 91,6% des femmes du groupe témoin continuent à avoir de troubles urinaires contre 40,9% du groupe expérimental alors que 59,01% n'ont plus des troubles urinaires. Chez la femme ménopausée, une activité physique faible ou modérée est associée à une diminution de l'incontinence urinaire, en particulier l'incontinence d'effort, selon une étude américaine publiée dans la revue "Obstetrics & Gynecology" [13].

En effet, l'incontinence urinaire survient parfois lors d'un effort d'une activité physique intense, ce qui incite certaines femmes à ne pas faire d'exercice. Mais on sait peu sur le lien entre l'activité physique faible ou modérée et le développement de ce trouble, souligne Kim Danforth de la faculté de médecine de Harvard et ses collègues [14].

Les résultats du GE présentés dans le tableau 56 démontrent que les femmes ménopausées de ce groupe ont fait des performances par rapport à celles du groupe témoin. Les activités physiques que les femmes du GE ont pratiquées pendant 6 mois les ont aidées à éradiquer l'incontinence d'urine à l'effort de l'ordre de 77,7% avant les activités physiques à 40,9% après l'expérimentation (tableau 11) alors que 68,1% des femmes du groupe témoin ont continué à souffrir de l'incontinence d'urine à l'effort [15].

En plus, l'incontinence urinaire donne lieu à des pertes incontrôlables et involontaires d'urine, qui se produisent le jour ou la nuit. Il ne s'agit pas d'une maladie, mais d'un symptôme le plus souvent lié à un trouble physique. L'incontinence urinaire est plus fréquente avec l'âge. Cependant, il n'y a pas que les personnes âgées qui en souffrent.

La sécheresse vaginale étant un de symptômes de la ménopause, après 6 mois, 70,8% des femmes ménopausées du groupe témoin la vivent contre 31,8% des femmes du groupe expérimental. Si les femmes ménopausées du GE peuvent avoir gagné en réduisant le pourcentage de ce symptôme de la ménopause, cette thérapie mérite d'être saluée car, phénomène pourtant fréquent, la sécheresse vaginale est un sujet tabou. Plus courante durant la ménopause, elle augmente la vulnérabilité aux infections gynécologiques et peut perturber l'harmonie sexuelle du couple. Des solutions existent. Plus d'une femme sur six déclarent souffrir parfois de sécheresse vaginale. Ce trouble aux conséquences psychologiques parfois importantes peut entraîner une baisse de la libido et retentir sur le couple. La sécheresse vaginale peut entraîner des douleurs lors des rapports sexuels [16]. Et ce problème féminin n'est pas sans conséquence sur la vie de couple.

S'agissant des résultats présentés dans le tableau 13, ils renseignent que 41,6% des femmes du groupe témoin pensent avoir une bonne santé physique et mentale alors que 31,8% des femmes du groupe expérimental disent avoir une très bonne santé physique et mentale, 59% pensent qu'après 6 mois d'exercices physiques, elles ont une bonne santé physique et mentale.

Les résultats de notre étude confirment les conclusions de plusieurs études antérieures notamment celle des chercheurs de l'Université de Grenade (Espagne) [17]. En effet, ces derniers ont trouvé que le nombre de femmes souffrant des symptômes sévères de la ménopause avait chuté d'un quart après qu'elles aient pris part à un programme d'exercices physiques supervisé sur 12 mois, alors que les difficultés auxquelles étaient confrontées celles qui ne s'adonnaient pas à des exercices physiques croissaient.

Au-delà du fait de permettre de tempérer les symptômes sévères, l'exercice a entraîné, plus généralement, une amélioration de la qualité de vie, de la santé et a engendré un état d'esprit plus positif.

## 5 CONCLUSION

A l'issue de notre expérimentation, il sied de souligner que les activités physiques ont amélioré la qualité de vie des ménopausées du groupe expérimental alors qu'une détérioration de celle du groupe témoin a été notée 6 mois après.

## REFERENCES

- [1] Haffner SM, Katz MS, Dunn JF., Increased upper body and overall adiposity in associated with decreased sex hormone binding globulin in postmenopausal women. *Int J Obes*, 1991, 15, 471-478.
- [2] Hassager et Christiansen C., Estrogen/gestagen therapy changes soft tissue body composition in postmenopausal women. *Metabolism* 1989, 38 (7) 662-665.
- [3] Utian WH., Effect of postmenopausal estrogen therapy on diastolic blood pressure and body weight. *Maturitas*, 1978, 1, 3-8.
- [4] Renard E., Bringer J., Jaffiol C., Stéroïdes sexuels: Effets sur le métabolisme hydrocarboné avant et après la ménopause. *Presse Médicale* 1993, 22, 431-435.
- [5] Basdevant A., Elia D., Mimoun S. et coll. Evénements gynéco-endocriniens et variations pondérales: étude rétrospective chez les femmes françaises âgées de 52 à 58 ans. *Contracept. Fertil. Sex.* 1992, 12, 1143-1147.
- [6] Daley A. et Coll. Exercise participation, body mass index, and health-related quality of live in women of menopausal age in *British journal of general practice*, 2007 Feb; 57 (535): 130-5.
- [7] Jika R.L, Hangoc G., Increased osteoclast development after estrogen loss: mediation by interleukin-6. *Science* 1992; 257: 88-91.
- [8] Rozenbaum H. Ménopause et risque vasculaire. *Reproduction humaine et hormones* 1991; 4/1: 3-59.
- [9] Rozenbaum H. Ménopause et risque vasculaire. (deuxième partie). *Reproduction humaine et hormones* 1991; 4/2: 67-120.
- [10] Dr Christian Jamin et Jocelyne Raison, Une nouvelle vie pour la femme, *Livre Santé France Inter*, 8, 2006, 216p.
- [11] <http://www.mangerbouger.fr/pro/sante/s-informer,24/05/2012>.
- [12] Dr Chantal Guéniot, Ménopause et fatigue in *Livre Santé France Inter*, 12, 2011, 213p.
- [13] *Obsetrics & Gynecology*, 2007, vol 109 n°3 pp 721-727.
- [14] Isabelle Doré, Activité physique et santé mentale in *Livre Santé France Inter*, 12, 2011, 213p.
- [15] <http://www.futura-sciences.com/fr/print/news/t/vie-1/dl du 20/10/2012>.
- [16] Bernanose, Darly physical activity and menopausal hot flashes: Appling a novel within- person approach to demonstrate individual differences, *revue Maturitas* doi: 10. 1016/J maturitas, 2011.
- [17] Matthew P. Herring, MS, MEd; Patrick J. O'Connor, PhD; Rodney K. Dishman, PhD; The Effect of Exercise Training on Anxiety Symptoms Among Patients. *Arch Intern Med.* 2010; 170 (4): 321-331.

